

PROCESSING COPY  
Nodey M

# INFORMATION REPORT INFORMATION REPORT

## CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY

This material contains information affecting the National Defense of the United States within the meaning of the Espionage Laws, Title 18, U.S.C. Secs. 793 and 794, the transmission or revelation of which in any manner to an unauthorized person is prohibited by law.

CONFIDENTIAL

50X1-HUM

COUNTRY	Hungary	REPORT	
SUBJECT	<u>Review of the Technique of Warfare</u> <u>(Haditechnikai Szemle)</u>	DATE DISTR.	<b>90 AUG 1957</b>
		NO. PAGES	1
		REQUIREMENT NO.	RD
DATE OF INFO.		REFERENCES	50X1-HUM
PLACE & DATE ACQ.			50X1-HUM

SOURCE EVALUATIONS ARE DEFINITIVE APPRAISAL OF CONTENT IS TENTATIVE.

August 1956 issue of  
Review of the Technique of Warfare (Haditechnikai Szemle), a monthly  
serial which has not been published since the revolution.

50X1-HUM

CONFIDENTIAL

50X1-HUM

STATE	<input checked="" type="checkbox"/>	ARMY	<input checked="" type="checkbox"/>	NAVY	<input checked="" type="checkbox"/>	AIR	<input checked="" type="checkbox"/>	FBI	<input checked="" type="checkbox"/>	AEC	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-------	-------------------------------------	------	-------------------------------------	------	-------------------------------------	-----	-------------------------------------	-----	-------------------------------------	-----	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

(Note: Washington distribution indicated by "X"; Field distribution by "#".)

# INFORMATION REPORT INFORMATION REPORT

Batch # 8-23-18



# *Szemle*

A MAGYAR NÉPHADSEREG TUDOMÁNYOS-TECHNIKAI FOLYÓIRATA

ELSŐ ÉVFOLYAM

1

SZÁM · 1956 · AUGUSZTUS



A Magyar Légvédelmi  
tudomány-technikai folyóirata

Szerkesztő a szerkesztőség

Főszerkesztő:  
SÁRDY TIBOR  
mérnök-vezető

Feloldó szerkesztő:  
NAGY ISTVÁN GYÖRGY  
okl. gépészmérnök

A szerkesztőség címe:  
Budapest 114. Postafiók 26.

Kiadja a Katonai Kiadó  
Budapest, VI. Széchenyi út 2.

Megjelenik kéthavonként  
Előfizetési ára egy évre 30 Ft

2015/2 — Vörösmarty Nyomda,  
Budapest.  
Feltételek: Poroszká L.

#### TARTALOMJEGYZÉK

Bata István vezér, honvédelmi miniszter: A Haditechnikai Szemle megindulásához	1
Olvasóinkhoz	2
Petrík Olivér mérnök-szds., egyet. adjunktus: Fegyverszerkezetek ütközési idejének számítása (I.)	3
Kalmár István mérnök-szds., egyet. adjunktus: Lükettő sugárhajlások	7
Kovács Zoltán mérnök-szds.: Az előternyezés elméleti vizsgálata	19
Bokor András mérnök-szds.: Úszó hadihídek fejlődése és a további fejlődés távlatai	26
Zátori Zoltán mérnök-fldgy.: Dekadikus számítások és alkalmazásuk	30
Német Mihály mérnök-szds.: Vízszintes dipolantennával és függőleges antennával létesített árszekkötések	38
Lajkó László mérnök-szds.: A távbeszélő kisközpontok fejlődése	41
Ungvár András mérnök-szds.: Felderítő léggömbök műszaki berendezése	51
Antal Antal Ottó mérnök-szds.: Az infravörös sugárzás és katonai alkalmazásai	58
Paldyus Tivadar okl. vegyészmérnök: Radioaktív sugárzás közvetlen átalakítása villamos árammá felvezetők segítségével	68
<b>Új eredmények</b>	
Kincse Kálmán kutatómérnök: Hazai előállítású televíziós kép-felvevő-cső	74
<b>Technika és gazdaság</b>	
Dömös Rezső őrnagy: A technika fejlődése a Szovjetunió hatodik öt éves tervében	75
<b>A baráti hadseregek sajtójából</b>	
Zajcev, D. szds.: a műsz. tud. kandidátusa: A víz sugármentesítése	78
<b>Néphadseregünk technikai életéből</b>	
Jász Árpád mérnök-szds.: Műanyagállóság	84
<b>Újítás — ésszerűsítés</b>	
Skoda-motorok hűtési rendszerének átalakítása	85
<b>Xéno- és folyóiratszemle</b>	



Tájékoztató a

## HADITECHNIKAI SZEMLE megrendeléséről

A Haditechnikai Szemlét a honvédség tagjai és polgári alkalmazottai alakulatuk sajtófelelőse útján rendelhetik meg.

A folyó kiképzési év végéig a sajtófelelősök olyan nyomtatványokat használnak, amelyeken még nincsen rovat a Haditechnikai Szemle előfizetésére. A jövőben forgalomba kerülő nyomtatványokon már a Haditechnikai Szemle is szerepelni fog.

Addig is a Katonai Szemle I-es rovatát kell az „Előfizetési ív”, „Elosztó” és a „Térítéses sajtóigénylés” űrlapokat felhasználni és az oda beírt 8 Ft összeget 5 Ft-ra módosítani.

Az 5 Ft összeget a pénzügyi szolgálat kéthavonként vonja le az előfizetőtől és ennek alapján a sajtófelelősök a folyóiratot az októberi, majd a decemberi igénylésbe vegyék fel. A Haditechnikai Szemle 1. száma térítésmentes.

KATONAI KIADO

Feladás kiadó a Katonai Kiadó nyarancsok.

21210/3 - Vörös Csillag Nyomda, Budapest. Feladás: Poroska L.

## A Haditechnikai Szemle megindulásához

Az új haditechnikai folyóirat megindítása jelentős lépés katonai és műszaki irodalmunk fejlődésében. A haditechnika szerepe a hadseregek életében, az utolsó évtizedek során hatalmas arányokban megnőtt. Ezzel együtt növekedett a hadmérnökök, haditechnikusok munkájának fontossága. Számunkra is igen fontos, hogy hadseregünk műszaki káderei szakmailag kiadónak léptek legyenek és műszaki ismereteiket szakadatlanul tovább gyarapítsák.

E célkitűzés megvalósításában komoly feladat hárul néphadseregünk most meginduló tudományos-technikai folyóiratára, a Haditechnikai Szemlére, amelynek sokoldalú tájékoztatás révén hozzá kell járulnia műszaki kérdéseink szakmai fejlődéséhez és ezáltal a hadsereg megerősítéséhez.

A Haditechnikai Szemle tartson lépést a technika és a tudomány előrehaladásával, adjon helyet hadmérnökeink, haditechnikusaink kutatási és konstrukciós eredményeinek. Nyújtson segítséget a parancsnokok, csapatmérnökök és technikusok munkájához, haditechnikai felszerelésünk előírászerű, celtudatos és gazdaságos felhasználásához, állandó magas harcértéken való tartásához. Járuljon hozzá a többségükben fiatal műszaki káderek látókörének kiszélesítéséhez, alkotó készségének kibontakozásához.

A Haditechnikai Szemle akkor tudja beváltani a hozzá fűzött reményeket, ha sikerül az olvasók táborából egy olyan aktívot kialakítani, amely a folyóiratot összeköti a haditechnika alkalmazóival, felhasználóival: a néphadsereg egész személyi állományával.

A Haditechnikai Szemlét azzal bocsátom útjára, hogy vátsza valóra e felsejelt célkitűzéseket, erősítse hadseregünk műszaki szolgálatát.

Ehhez a munkához kívánok sok sikert.

Bata István  
hadvezér,  
a Magyar Népköztársaság  
Honvédelmi Minisztere.

## OLVASÓINKHOZ

Amikor szerkesztő bizottságunk a Magyar Néphadsereg tudományos-technikai folyóirata megindítására kapott megbízást, tudatában volt e megtisztelő feladat súlyának. Hosszú idő óta éreztük a magyar haditechnikai folyóirat hiányát: a haditechnika volt tudományos és műszaki életünk ügyesóráján egyetlen szakaszja nélkül terület. A folyóiratot előszörben néphadseregünk mérnökei és technikusai sürgették ugyan, de a rendszeres haditechnikai tájékoztatás iránt nem egyszer merültek fel kívánságok a hadsereg más területeiről is.

Számta felesleges hangsúlyozni, hogy napjainkban a haditechnika rohamos fejlődésének kor-szakát éljük. Ennek fogva különösen fontos, hogy azok, akiknek hivatása akár a technika fejlesztése, akár annak alkalmazása, elmélyíthessék ismereteiket, tisztában legyenek a fejlődés eddigi eredményeivel és távlataival egyaránt.

A Központi Vezetőség 1955. novemberi határozata részletesen foglalkozik a műszaki propagandaival is. A határozatban kitűzött feladat: műszaki kérdéseink magas színvonalú szakmai tájékoztatása és továbbképzése nemcsak az iparnak szól, hanem néphadseregünkre is érvényes. Ebből következnek a Haditechnikai Szemle feladatai: egyrészt tájékoztatást adni a haditechnika általános és részletkérdéseiről, másrészt lehetővé tenni, hogy kérdéseink a haditechnika területén elért tudományos eredményeket, elgondolásokat a szakmai nyilvánosság elé tárhassuk.

A szerkesztő bizottság feladatát az teszi különösen nehézé, hogy kitaposatlan áton haladunk, hiszen a korszerű haditechnika magyar folyóiratát a haditechnika vonatkozásban kialakítani. A helyes forma megtalálása csak akkor lehetséges, ha olvasóink és a szerkesztő bizottság között szoros kapcsolat alakul ki és az olvasó aktív, alkotó bírálatával, tanácsával segíti a szerkesztés munkáját.

Új folyóiratról lévén szó, a dolog természeténél fogva olvasóink csak egy részének kíván-ságát és elképzelését ismerhetjük. Előzetes tájékozódásunk során lényegében kétféle kívánsággal találkoztunk: műszaki kérdéseink egy része magas színvonalú tudományos folyóiratot vár, más részének kívánsága pedig, hogy Szemlénk főként olyan haditechnikai vonatkozású cikkeket kö-zöljön, amelyek megértéséhez nincs szükség nagyobb előképzettségre.

Természetes, hogy a műszaki propagandának minélkét területre ki kell terjednie. Az épít-szen népszerű anyag közlését nem tartjuk a Haditechnikai Szemle feladatának; ilyenek körebe-ből kivételként a lehetőség homéldozatunk más szakáldányában, a Néphadsereg hasábjain és egyebütt. Véleményünk szerint szükséges mindamellett az önálló tudományos cikkeken túlmenően Szemlénkben az általános tájékoztatást szolgáló, összefoglaló jellegű közleményeket is meg-jeleníteni.

A Haditechnikai Szemlének valamennyi fegyvernemet és szakágazatot át kell fognia, más szóval igen szétszágazó érdeklődést kell kielégítenie. Egyes számainkat ezért úgy tervezzük, hogy bennük minél több terület témáiról legyen szó, emellett szándékunkban áll esetenként egy-egy fntoabb témakörrel foglalkozó, profizozott szám kiadását is.

Lehetséges, ett nagyon valószínű, hogy első számunkban még nem sikerült Szemlénk többé-kevésbé állandónak tekinthető formáját kialakítani, a témák megválasztásában is sok eset-ben a spontaneitás érvényesült. Ezért ismételtén kérjük olvasóinkat, hogy észrevételeikkel támo-gassák munkánkat.

Olvasóinkkal élő kapcsolatot szeretnénk tartani. A folyóirat köré aktívát akarunk tömörí-teni és bízunk abban, hogy sokan, akik ma még csak olvasók a Haditechnikai Szemlé, holnap vagy holnapután már felkeresik közlendőikkel szerkesztőségünket. Minden haditechnikai vonat-kozást kérdésrel, amelyet olvasóink hozzánk fordulnak, foglalkozni fogunk: szélesebb nyilvános-ságot érkező problémát a folyóiratban tárgyalunk meg, egyébként leveleiben válaszolunk.

Befejezésül rámutatunk arra, hogy néphadseregünk feladatait csak abban az esetben képes megoldani, ha személyi állománya színvonalát mind katonai, mind szakmai tekintetben tovább emeli. A Haditechnikai Szemle akkor tűnt be hivatását, ha műszaki kérdéseink szakmai fejlődésé-nek támogatásával elő tudja segíteni a Magyar Néphadsereg egész személyi állománya színvonalá-nak megjavítását.

PETRIK OLÍVÉR  
MERNOK-SZÉD, EGYETEMI ADJUNKTUS

## Fegyverszerkezetek ütközési idejének számítása

(B. KOZLEMENY)

Ütközési jelenség a legtöbb fegyverszerke-zetben fellép. Ritka az olyan fegyver, ame-lyiknél ne fordulna elő, akár a működés ter-mészetes velejárójaként, akár pedig mint az alakváltozás folyán előálló részek okozta za-varó jelenség.

Két test egymásra hatása esetén nem könnyű pontosan meghatározni, hogy mikor beszélünk ütközésről és elhatárolni az ütközés területét. A testek egymásra hatása folyán előálló igény-bevétel jellege több állapotjellemzőtől függ, amelyek közül a legfontosabb szerepet az alakváltozás vagy az igénybevétel sebessége játsza. Az igénybevétel jellegének eldöntése alkalmával nem szabad figyelmen kívül hagyni a sebesség mellett az üté és üttöt test rugal-massáját, az előállott alakváltozás helyi vagy az egész testre kiterjedő voltát, az esetlegesen beálló maradó alakváltozást, a mozgási állapot megváltozásának jellegét, végül a fellépő erők nagyságrendjét a terhelést megelőző időszak-ban és annak folyamán.

A felsorolt tényezők figyelembevételével megkülönböztethetünk: sztatikus, dinamikus és ütközési (ültszerű) terhelési módot. A szta-tikus terhelést a működő erők időbeli állandó-sága, vagy olyan (mondhatjuk végtelen) lassú változása jellemzi, amelykél az időbeli vál-tozás lefolyásának jellege nem játszik szerepet.

Hatásokat tekintve gyakorlatilag sztatikus-ként lehet kezelni itt az olyan, egyáltalán nem lassan változó terheléseket is, amelyek eseté-ben az erőhatást felvevő rugalmas rendszer, kis ingadozással csupán, de mégis követni tudja a terhelést.<sup>1</sup> Ezeket szoktuk quasi-sztatikus ter-heléseknek nevezni.

Ugyanezen fogalmazás alapján dinamikusnak tekinthetjük az olyan terhelési módot, amely-ken eredményeképpen az erőhatást felvevő rendszerben a terhel erőből időben és sokszor

jellegben is jelentős mértékben eltérő igénybe-vétel keletkezik.

Ezekkel a meghatározásokkal érthető, hogy az egy és ugyanazzal az erő-idej (P—t) diagram-mal jellemzett terhelést a felvevő rendszer ru-galmas és egyéb sajátosságainak megfelelően egyaránt tekinthetjük akár dinamikusnak, akár quasi-sztatikusnak.

Szigorúan véve az ütközéses terhelés a di-namikusnak egyik szélső esete. Mivel néhány igen jellegzetes vonása van, indokolt külön fo-galomként kezelni az ütközéses terhelést és a velejáró fizikai folyamatot: az ütközést vagy ütést.

Az ütközés legjellemzőbb vonásai a követ-kezők:

1. az ütközésben résztvevő testek mozgásál-lapota igen rövid idő alatt lényegesen meg-változik;

2. az ütközés felületeken olyan nagyságrendű erő lép fel, hogy minden más külső erőt emel-tett elhanyagolhatunk;

3. jellegzetes kisért jelenségek lépnek fel, mint a testek rezgése, hang, felmelegedés, helyi deformációk stb.

Ütközésekkel számos helyen, a technika minden ágában találkozunk. Az ipar területéről elegendő né-hány jellemző példát megemlíteni, mint amilyen a ko-vácsolás, szegeszegelőgépek, fejtőgépek, csőprészek, szét-távasztás felületkezelés, ütközéses lengéscsillapítók stb. esete.

Ütődést jelenség a fegyverszerkezetek legkülönbö-zőbb helyén fordul elő. Ilyen eset például a lövés-fegyverek zárszerkezetében, zárszerelőnél. Az ameri-kaiak ütközéssel működnek. Ütközések lépnek fel a lövegek zárszerkezetében, a fel- és teljes áttörési zárszerkezetekben legkülönbözőbb alakzatoknál, a löveg-ter-mékek több alkotórészben. Lehetne még sok más helyet és alkotórészt felsorolni, ahol ütközések, ütődések kell számlálnunk.

Cikkünk keretén kívülálló terület ugyan, azonban meg kell említeni az ütközéses jelenségek még egy to-vábbi haditechnikai vonatkozását: a párcélátütés ké-résdől is. Ennek elvárása neheze és még korántsem meg-oldott feladat, különösen akkor, ha vizsgálatunk kiter-jednek a kumulatív gránátok végrehajtott páncél-törésre is.

Miradjunk azonban csupán a szilárd testek ütközéséről. E jelenség matematikai tárgyalá-sával régóta foglalkoznak. Több elmélet ala-

<sup>1</sup> Az órák-súlyú kisegyenlítő rugó esetében, a rugóállású alakmása megválasztásával elérhetjük, hogy egy megadott zárszerkezet átlagosan mindig ugyanannyi rugóerőt fejtson ki, mint amennyi a terhelés. Ezzel a rugóerővel a terhelés időbeli változása és az azt felvevő rendszer rugalmasságának (azaz: tömegviszáltsága) kölcsönös viszonya a meghatározó.

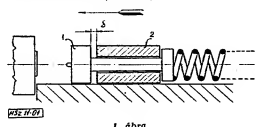
kult ki, ezek közül időrendben az első még Newton fektette le. Ebből olyan elmélet fejlődött ki, amelyet egyszerűségénél fogva ma is általánosan használnak. Sokak ezt az elméletet klasszikusnak vagy Newton-elméletnek nevezni. Lényege, hogy az ütközést két tömegpontnak tekintik, magát az ütközést pedig elhanyagolhatóan rövid idő alatt végződő jelenségnek.

E számítási mód alapvető foghatósága, hogy semmiféle felvilágosítást sem ad az ütközésnél fellépő erő nagyságáról, változásának jellegéről, más szóval magáról az ütközési folyamatról, illetve ennek fizikai lefolyásáról. Az ütközés előtti mozgásállapotból viszont könnyen ki lehet ezen elmélet segítségével számítani az ütközés utáni sebességeket.

A további elméletek már figyelembe veszik az ütköző testek méreteit, rugalmas tulajdonságukat. Képet adnak a fellépő erő nagyságáról, változásáról. Két ilyen elmélet terjedt el: egyik az ütközés hullámelmélete (De Saint Venant-Neumann), ezt másképpen rugalmasági vagy elasztikus elméletnek is nevezik, a másik a helyi deformációk elmélete (Hertz). Mindkét elmélet alapján ki lehet számítani az ütközés folyamán fellépő erőket az idő függvényében.

Az ütközési idő ismerete sok esetben szükséges ahhoz, hogy a szerkezetben végződő folyamatot teljes mértékben megismerjük. Az ütközési idő ismerete a fellépő erő nagyságrendjéről is tájékoztatást nyújt.

Az ütközési idő ismeretének fontosságára példaként egy ütközéssel kíséreltetett zárszerkezet mutatunk be.<sup>2</sup> (1. ábra.)



1. ábra.

A zárszerkezet két részéből áll: a zárférből (1) és a csúszórészből (2). A csúszórész 0-nyi utat tud megtenni a zárfér nyelén. Az ábrán rajzolt helyzetben a zárfér csúszója utáni és lövés előtti időben van. Előző helyzetében a zárfér ráli a csappantyúra, felülköt a hővelvezetőben. Az ütközés hatására, valamint a lövés áramok hátraható impulzusai következtében a zárfér hátraható indul meg. A csúszórész azonban a nyíl irányában mozog a zárfér felülkötése után is mindaddig, amíg a zárfér hátrá lapjának neki nem ütközik. Ezzel az ütközéssel a csúszórész lecsúsz a zárfér hátrahatókísért (az ütközés energiát emészt fel), 6 maga pedig visszavághat a zárférjélel és a nyíl irányával ellentétesen

<sup>2</sup> A zárszerkezet részletei átmenet ökl. gpn. elmondása. Egy-vertani számításokat ilyen elv. módszer alapján végezték Vajsi Nagy József mk. száz. végzet.

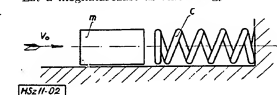
haladva, most már a zárfér nyelének végén ütközik fel. Innen újra visszavághat és megint előt csúszkál a zárférnek. Lényegében tehát ütközések sorozata következik be.

Minden egyes ütközés tartama kicsi ugyan (nagysegréndig 10-100-100-sec), összességében néve azonban az egész zárszerkezet ütközés sorozatában befolyásolhatja. Az adott zárszerkezetnél a zárszerkezet működése függ tőle. Következően körülmények esetén a késleltetés mértékét annyira megváltoztathatja, hogy a szerkezet késleltetés nélkül, mint egyszerű zárszerkezet működik.

Az ütközési idő kérdése az ütközés vizsgálatának olyan része, amely szorosan összefügg a jelenség fizikai lefolyásával. Ezért a klasszikus számítási módszerrel, amely a fizikai lefolyásra nem ad feleletet, nem kapunk választ az ütközési idő kérdésre sem. Jóllehet a klasszikus számítási módszer az ütközési időt elhanyagolja, zérusnak tekinti, a klasszikus elmélet szerint is végünk majd számításokat. A számítás alapja ebben az esetben az ütközési időnek egy másfajta értelmezése lesz.

Ütközési idő alatt általában azt az időtartamot értjük, amely alatt az ütköző testek érintkezésben vannak.

Ezt a meghatározást az alább tárgyalandó 1.



2. ábra.

esetben megtarthatjuk, de már a 2. esetben nem. A 2. esetben ugyanis az előző zárszerkezet esetéhez hasonlóan egy ütközési terhelés eredményeképpen több ütközés lép fel. Ütközési idő alatt ez esetben az első felütkezéstől a végleges elpattanásig eltelt időt fogjuk érteni.

1. eset (2. ábra).

Egy  $m$  tömeg  $v_0$  érkezési sebességgel egy súlytalan rugóra ütközik fel. A tömeg a rugóhoz kapcsolódva egy tömegű lengőrendszerként alkot, amelynek az adott feltételek melletti mozgásegyenlete (saját rezgése):

$$\ddot{x} + \frac{c}{m}x = 0. \quad (1)$$

a szokásos jelöléssel a saját frekvencia:

$$p = \sqrt{\frac{c}{m}}.$$

Az általános megoldás:

$$x = A \cos pt + B \sin pt,$$

a kezdeti feltételek:

$$\left. \begin{aligned} x|_{t=0} &= 0 \\ \frac{dx}{dt} \Big|_{t=0} &= v_0 \end{aligned} \right\} \text{ ebből } A = 0; B = \frac{v_0}{p}.$$

A mozgás az alábbi törvényszerűséggel folyik le:

$$x = \frac{v_0}{p} \sin pt; \quad (2)$$

a maximális kitérés  $t = t' = \frac{\pi}{2p}$  idő múlva következnek be, akkor lép fel a legnagyobb rugóerő is:

$$F_{\max} = N_{\max} \cdot c = \frac{v_0}{p} \cdot c. \quad (3)$$

Az elpattanás:

$$t_0 = \frac{\pi}{p} \text{ (sec)} \quad (4)$$

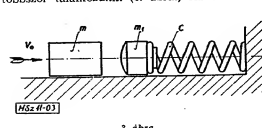
idő múlva következik be. Ez tehát az ütközés ideje is.

Meg kell jegyezni, hogy elhanyagoltuk a rugó tömegét. A deformációk terjedési sebességéről feltételezzük, hogy a rugóban végtelen nagy, a testben zérus. Ezért, amint a rugótól a tömeg elpattan, a rugó feltételezésünk szerint nyugodtan marad, a test pedig érkezési sebességgel egyenlő nagyságú, de ellenkező irányú sebességgel távozik. A gyakorlatban az olyan esetek, ahol ezek a feltételezések elfogadható módon megközelítik a valóságot, igen ritkák, ezért a továbbiakban ugyanezzel a terhelési esettel, de függőleges elrendezésben, nem foglalkozunk, csupán az ütközési idő képletét adjuk meg:

$$t_0 = \frac{2}{p} \left[ \frac{\pi}{2} + \arctg \frac{p \cdot f}{v_0} \right] \quad (5)$$

ahol  $f$  a rugó összenyomódása abban az esetben, amikor az ütközés statikus módon működött volna (ráhelyezték a rugóra).

2. eset: A gyakorlatban ezzel már sokkal többször találkozunk. (3. ábra.) Az ütközés



3. ábra.

valamilyen ütközésre (pufferre) fut rá, amelyet egy rugóval látunk el. Matematikailag könnyen kezelhetjük a kérdést, ha feltételezzük, hogy a testek ütközésekor fellépő helyi (lokális) alakváltozásoknak a rugó deformációjához képest nagy szerepe nincs, továbbá bevezetjük a rugalmatlan, rugalmas és részben rugalmas ütközés fogalmait.

Rugalmatlan ütközés esetén a két tömeg az ütközés első periódusában egy bizonyos együttes sebességet ér el.<sup>3</sup> Ezzel a közös sebességgel és az együttes tömeggel számolva az első esethez jutunk vissza.

A közös sebesség számításának kiindulási feltétele, hogy az ütközés utáni mozgásmennyisége a két test ütközés utáni közös mozgására fordított, vagyis:

$$mv_0 = (m + m_1) U, \quad \text{ebből } U = \frac{v_0}{1 + \frac{m_1}{m}} \quad (6)$$

$$\text{ahol } \kappa = \frac{m_1}{m}.$$

Ütközés után a rendszer saját mozgása kezd. Ennek körfrekvenciája:

$$p = \sqrt{\frac{c}{m + m_1}};$$

az ütközés ideje:

$$t_0 = \frac{\pi}{p} = \pi \sqrt{\frac{m + m_1}{c}}. \quad (7)$$

Részben rugalmas ütközés esetén, amelyet az ún. ütközési tényező jelez, a számításban abból indulunk ki, hogy az ütközési tényezőt a klasszikus elmélet az alábbiakban definiálja:

$$v - v_1 = -\kappa (v_0 - v_{01}); \quad (8)$$

Rugalmatlan ütközés:  $\kappa = 0$ ;

Rugalmas ütközés:  $\kappa = 1$ ;

$v - v_1$  ütközés utáni sebességek;

$v_0 - v_{01}$  ütközés előtti sebességek.

Az ütközés bekövetkezése után a klasszikus elmélet szerint elhanyagolhatóan rövid idő múlva az egyes tömegek sebessége az alábbi:

$$v = v_0 \frac{1 - \kappa}{1 + \kappa} \quad (9)$$

az  $m_1$  tömegé:

$$v_1 = v_0 \frac{1 + \kappa}{1 - \kappa}; \quad (10)$$

ahol  $\kappa = \frac{m_1}{m}$ . Az ütközés után  $v_1 > v$ , amint ez

a (9) és (10) összefüggésekből kitűnik, pontosabban  $\kappa = 0$  esetén  $v_1 = v$ , azaz a tömegek különválnak. Az  $m_1$  tömeg az ütközés kapcsán előállt kezdeti feltételeknek megfelelő saját

<sup>3</sup> Az ütközés periódusai: 1. periódus a testek deformációjának pillanatától az ütközés utáni, 2. periódus a testek elmozdulásától az ütközés utáni, 3. periódus pedig a testek elmozdulásától az ütközés utáni, 4. periódus pedig a testek elmozdulásától az ütközés utáni, 5. periódus pedig a testek elmozdulásától az ütközés utáni, 6. periódus pedig a testek elmozdulásától az ütközés utáni, 7. periódus pedig a testek elmozdulásától az ütközés utáni, 8. periódus pedig a testek elmozdulásától az ütközés utáni, 9. periódus pedig a testek elmozdulásától az ütközés utáni, 10. periódus pedig a testek elmozdulásától az ütközés utáni.

mozgásba kezd, az  $m$  tömeg pedig egyenletes mozgást végez:

$$m \dots x = v \cdot t; \quad (11)$$

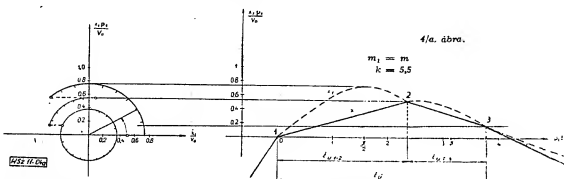
$$m_1 \dots x_1 = \frac{v_1}{m_1} \sin p_1 t, \quad (12)$$

$$\text{ahol } p_1 = \sqrt{\frac{c_1}{m_1}}$$

A körülményektől függően az ütközés befejezhető egy ütközés után, a gyakorlati esetek legnagyobb részében bizonyos  $t$  idő múltán az  $x = x_1$  helyzet áll elő. Ez időköz meghatáro-

nem következik be, akkor ütközési időnek a (13) egyenlet megoldásából nyert időértéket tekinthetjük. Ha néhány ütközés történik, akkor az első és utolsó ütközés között eltelt idő tekintjük a 2. eset szerinti elrendezésben ütközési időnek.

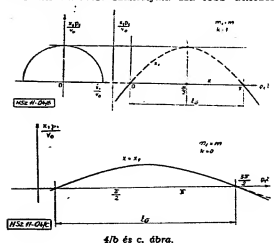
A 2. esethez megfelel a gázdugattyús lövedégyve-  
rek zár-zárvezető-helyzetelőrégi rendszere, nemkülönben a lövedék hátraható tömeg-feltöltés-feltöltő-  
rúgó rendszere. Előállhat ennek megfelelő helyzet ké-  
zettel illeszkedő rugalmas elemek terhelése esetén is.  
Noha ez a számítás a gyakorlati viszonyokat jobban  
megközelíti, mint az első, mégis magán viseli eredetie-  
nek (a klasszikus ütközésszámításnak) minden hibáját  
és emellett a transzcendens egyenlet miatt a közelítés



záshoz a következő transzcendens egyenletet kell megoldani:

$$v \cdot t = \frac{v_1}{m_1} \sin p_1 t \quad (13)$$

A  $t$  idő ismeretében könnyű szerrel meghatározhatjuk a (12) függvénykapcsolat deriválása után kapott sebesség összefüggéséből a következő ütközés előtti helyzetet, amelyből a második ütközést számoljuk. Ha több ütközés



is lehetséges. Ez utóbbi hibát grafico-analitikai módszer segítségével lehet kiküszöbölni.

Ez az eljárás, mint a neve is mutatja, párhuzamosan alkalmazza a számítást és a rajzolást. A fentiek szerinti kinematikus az ütközési viszonyokat és a (11) és (12) összefüggéseknek megfelelő mozgás diagramját megrajzolva, a t-értéket grafikusán kapjuk. A feladat az a grafikus munka megkönnyítése érdekében a koordinátákat használni.

A kinematikus meghatározásban a következő gondolatmenet szolgál alapul. A szabad longis egyenletet általában:

$$x_1 = A \sin(p_1 t + \varphi); \quad (14)$$

$$x_1 = A p_1 \cos(p_1 t + \varphi). \quad (15)$$

Az egyenleteket négyzetre emelve és összeadva kapjuk, hogy:

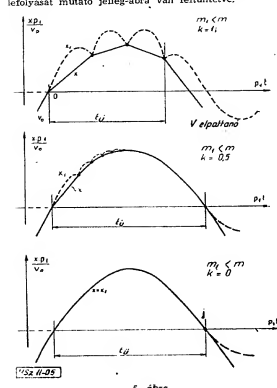
$$x_1^2 + \frac{1}{p_1^2} \dot{x}_1^2 = A^2; \quad (16)$$

Ha tehát az  $(\frac{x_1}{A}, \frac{\dot{x}_1}{A p_1})$  értéket mérjük az ordinátára és  $(\frac{x_1}{A}, \frac{\dot{x}_1}{A p_1})$  értéket az abszcisszára, akkor  $(x_1; \dot{x}_1)$  görbének kört kapunk, és ennek segítségével az  $(\frac{x_1}{A}, \frac{\dot{x}_1}{A p_1})$  és  $(p_1 t)$  koordinátarendszerben könnyen tudjuk a fen-

\* Az egyenletes mozgással külön dimenziószámú koordinátarendszert nem kell foglalkozni, arra mindenkor egyszerűen való lineáris kapcsolatot kapunk, akár milyen (lineáris) koordinátákra transzformáljuk.

tebb leír. folyamatos ábrázolást. A 4. ábrán egy példát látnunk ilyen grafico-analitikus számításra.

Az 5. ábrán néhány jellegzetes ütközési eset általános leírását mutatja példákra van feltüntetve.



### KALMÁR ISTVÁN MERNOK-SZDS. EGYETEMI ADJUNKTUS

#### Lüktető sugárhajtóművek

A lüktető sugárhajtóműveket légi eszközök hajtására csak a II. világháború óta használják, de őseiket a hőtechnikával foglalkozó mérnökök már régen ismerték. A hajtómű szerkezetileg igen egyszerű, azonban ez korántsem jelenti, hogy a folyamatot elméletileg könnyen lehetne követni. Ez is megmagyarázza talán, hogy majdnem fél évszázadnak kellett eltelnie, amíg az első jól működő sugárhajtómű alkalmazásra került. A kedvező üzemi tapasztalatok alapján

Az ütközés folyamán az egyik, pl. az ütütest, bizonyos impulzust kap (ez lehet negatív is, azaz impulzusvezetés). A klasszikus elmélet alapján az említett impulzus nagyságát ki tudjuk számítani, mert a sebességeket az elmélet megadja.

Igy az

$$m(v-u) = - \int_{t=0}^{t_0} P(t) dt \quad (17)$$

egyenlet baloldala ismert, azonban sem a  $t_0$  időt, sem a  $P(t)$  erő-ido függvényt nem ismerjük. Ezt a feladatot, a szem belől az ütközési idő megállapítását a már említett további elméletek más-más úton oldják meg. Ezen megoldások ismertetésével egy következő közelemben foglalkozunk.

**Összefoglaló:** Fegyverszerkezetek ütközési viszonyait első közelítésben egyszerű matematikai eszközökkel tárgyalhatjuk a klasszikus elmélet feltételekkel. Ilyenkor azonban mindig szigorúan figyelembe kell venni az elhanyagolások mértékét és a kapott eredményeket a lehetőség szerint kísérleti ellendírtani kell.

#### Irodalom

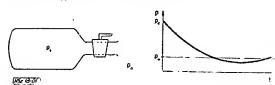
- [1] Geiger-Scheel: Handbuch der Physik. Bd. VI. Kap. 7, Berlin (1931).
- [2] Budó Agoston: Mechanika, Budapest (1932).
- [3] Hosszú: Osnovy mekhaniki i teoreticheskoy fiziki. Moscow (1932).
- [4] De Saint Venant: Theorie der Elastizität fester Körper, Paris (1883).
- [5] Czerny: Lehrbuch der Ballistik. Bd. II, Berlin (1927).

ez időtől kezdve többen foglalkoztak a lüktető sugárhajtóművekkel. Bizonyos területeken az ilyen hajtóművek alkalmazása igen előnyös, ezért használatuk egyre inkább kezd elterjedni.

Mivel a szélesebb műszaki körök előtt ez a téma nem nagyon ismert, ez a cikk a lüktető sugárhajtóművek (és a velük rokon tüzelőberendezések) működési elveit, fejlődését kívánja tárgyalni, összehasonlítva ezeket a hasonló területeken működő egyéb hajtóművekkel.

### 1. Lükettő égés a belsőégésű erőgépekben

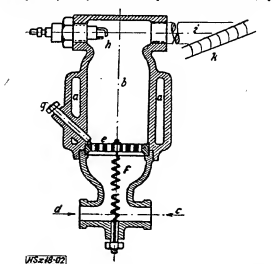
A lüktető ésúő erőregeő alapdonkólata tulajdonképpen Huyghenstől származik, aki megállapította, hogy hirtelen kiűrés után egy tartályban leghány keletkezik. Ez a folyamat a műszaki irodalomban Kadenay-effektumnak nevezik. A folyamatot az 1. ábra



1. ábra. Tartály hirtelen kiürítésekor lejátszódó nyomásfolyamat.

szemlélteti. A kiömlő cső csapját hirtelen kinyitva, a nyomás ugrásszerűen csökken, de a levegőoszlop tehetlensége miatt nem csak a környezeti nyomásáig, hanem az aló is. Ezt a jelenséget hasznosítják valamennyi lüktető égésű hajtóműben, illetve tüzelőberendezésben.

A lüktető égésű tüzelőberendezések egyik első kivitelű formája *Karavogyin* orosz mérnök robbanó turbinája volt, amelyet 1908-ban épített. A 2. ábra mutatja



2. ábra. a = hűtőköpeny; b = robbanókamra; c = benzingőz belépés; d = levegő belépés; e = csapószelep; f = rugó; g = állítócsavar; h = guijtógyertya; i = fűvécso; k = turbina.

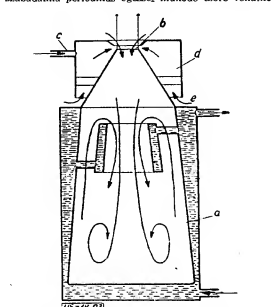
a turbina tüzelőterét, amelynek működése a következő: a tüzelőterébe a keverék az e szelepen keresztül jut be, majd a *h* gyertya szikrájától meggyulladva közel állandó térfogatot elegendő az *f* fűvöcsőben (amelynek átmérője 16 mm, hossza 3,0 m) az égéstermék a *k* turbina áramlankán. A fűvöcsőben áramló gázok tehetetlensége következtében léghányi keletkezik; ennek hatására a szelepek megnyílnak és friss keverék áramlik be. A folyamatok ismétlődnek egymás után.

Karavogyin berendezésének tüzelőtér-frekvenciája 38 Hz, turbina-teljesítménye 2 LE, a fogyasztás pedig 5 kg/LEóra volt. A gyertyát csak az induláshoz kellett használni, hosszabb üzem után a falak áttűzessedtek és

a gyűjtést elvégezték. Hasonló berendezést létesített 1909. körül Marconnet, de a hatásfok javítása céljából légfűvóval látta el.

Nagy jelentőségű Holzwarth munkássága, aki 1908–1909-ben megépítette és részletesen megvizsgálta egy robánó turbinát. Ilyen rendszerű turbinát később is építettek és használtak. A Holzwarth-turbinában a gázcseré folyamatát szelepek szabályozták és az elégetés közel állando tartományon történt. Az égetéshoz szükséges levegő és gáz elősűrítései azonban külön géppel kezel-

Hosszú ideig ezután nincs semmi nyoma sem annak, hogy a lüktető égéssel foglalkoztak volna, amíg Paul Schmidt szabadalma 1930-ban meg nem jelent. Schmidt szabadalma periódikus égéssel működő csőre vonatko-



3. ábra. a = tüzelőter; b = keverék belépés és gáz kilépés; c = porlasztott tüzelőanyag bevezetés; d = keverékkamra; e = levegő bevezetés.

zoit. Ez a hajtómű — amelyről későbbiekben részlete-  
sebben szólnak — volt tulajdonképpen az alap, amely-  
nek továbbfejlesztése révén a különböző rezgőszelű  
sugarhajtóművek létrejöttek.

[illegible]

*Kalmár: Lelktető szórhatóművek*

A következő lépés a szelepnélküli lüktető sugárhajtómű kifejlesztése volt. Ilyen hajtóművekkel 1943-ban Franciaországban kezdtek foglalkozni. Hét év alatt sikerült olyan hajtóművet létrehozni, amellyel egy vitorlázóegő önállóan startolni tudott. Ez a sugárhajtómű formailag nagymértékben különbözik Reynolds megoldásától, mert már eredetileg is repülőgéphajtóműnek készült. Ezt részletesebben a későbbiekben tárgyaljuk.

## 2. Rezgőszelepes lüktető sugárhajtóművek

A Kadenacy-effektus közvetlen sugárhajtásra való alkalmazását Paul Schmidt előzőekben említett szabadalma alapozta meg. Bár a hajtómű szerkezetén a szabadalomtól a tényleges kivitelig természetesen sokat változtattak, mégis ezt kell tekinteni az összes ilyen sugárhajtóművek elődjének.

A Schmidt-féle csőben közel állandó térfogaton történő eléges valószínűleg meg. Effajta és az egyik oldalán nyitott csőben csak úgy lehetséges, ha az elégi sebesség igen nagy. Esetünkben ez a sebesség 500 m/sec nagyságrendű. Ilyen nagysebességű és esetén már nem lehet szó hővezetés és örvénylés alapján bekövetkező gújtárolásról. Schmidt szerint itt a gújtárolás közhullám jelzi elő, amely a cső végétől érkező reflexió hullám.

A gyújtás itt tehát hasonlít a „kopogó” Ottó motorban végbemenő égéshez. Az ilyenféle égés alkalmával, mint tudjuk, könnyen bomló peroxidok képződnek, amelyek igen nagy gyorsasággal hasadnak tovább.

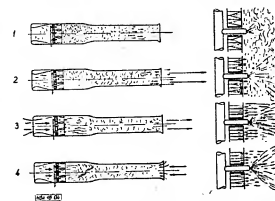
Schmidtnek még egy szabadalma volt ezek

kel kapcsolatban, amely az ún. levegő-előretöltést írja le. Minden terjeszkedés után ugyanis a fűvécő végén visszarámamlás történik a cső belsőjébe. A kiáramlás után az égésterben fellépő léghiany tehát nemcsak a szivóvezélekeket, hanem a cső végén is beáramlást idéz elő. Az így beáramlott levegő és gáz – egy dugattyúhoz hasonlóan – először is a még meg nem gyújtott keveréket, majd a következő ütemben kinyomítja a csőből. Az égés alkalmával felszabaduló hő hatására a levegő és gáz keverék

lökődik a csobor. Az egyes árkainálvali reisszabadult energia, amely kinetikai energia formájában hasznosul, most az így előretárolt nagyobb tömeghez van kötve. Ezáltal a kilépéssétség kisebb lesz, a propulziós hatásfok javul és a tolóerő is növekszik.

Az első — SR—5000 jelű — csövet Schmitt 1938-ban vetette próbapáncs vizsgálat alá. A cső hossza 3,5 m, átmérője pedig 510 mm volt. A tűzállóanyag befedéseinek periódusának tüdővizsgálata Erzsébet típusal nem értek el szomatotermi eredményt, a hajtómű szélesartórában nem működött. Csak a további tökéletesítések révén sikerült használható csövet építeni. A későbbiek folyamán elhagyták a nyomásállítást, málvá változtatták és a periódikus befedések zést, sőt kopogással benzinnel kísérleteztek. A kifejlesztés a keverékpáncs eljárás és a szelepek működés megjavítása útján történt és 1941. április 22-én szélesartó mérekekkel igazolták a há-

tömű közepes (akkor még nagynak számít), repülési sebességekre való alkalmasságát.

[illegible]

4. ábra. Az Argus-Schmidt-cső működése. Jobboldalon a szelenek és befejező-fúvóka működési fázisai.

előtt összesenymva a tűzüzányagban itt már igen fej-  
dült kerekett. Ez a gázüzányag már nem a  
mert a határánál a gázüzányag már nem a  
tulajdonképpen a gázüzányag a védő a nagy hőhatá-  
tól. Az égő részeken az égési sebesség általában nem  
haladja meg a 100 m/sec.-t. Az égési terület  
fűvőse felé is halad és a gázüzányag végeinél idez  
Ennek következtében a fűvőse végében előretart  
gázüzányag. Nyomódik ki.

A 4. ábra második képén látható, hogy az égési mérések maguk előtt tolják az előretárolt gázt, amelynek sebessége ekkor már igen megnövekedett (a vízszalagon kihúzott nyílak a sebességek relatív nagyságát szemléltetik). Az égési térben és a szelepeknél a nyomás csökkenni kezd, majd a szelepekre ráfekvő vízszintes rétegben a sebesség ismét megnövekszik.

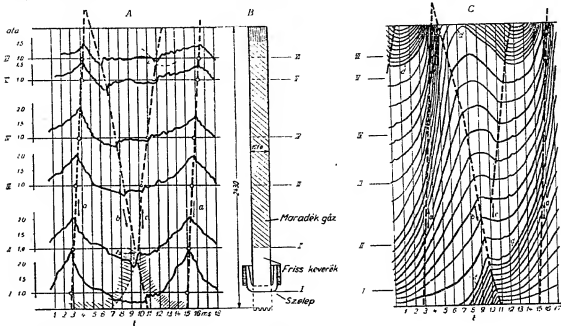
zelőanyag-ért kiterjed és kezdi megőlni a tűzveszélyt. A tűzelőanyag-fűvókák továbbá tűzelőanyag-juttatnak be az égési térbe. A szelepek már kissé nyíltak, de még számottevő áramlás nincs. Itt kezd megemlíteni, hogy a szelepek nyitását nemcsak a dőlésszög okozza, hanem azok pillanatnyi lengési állapota is, mivel a rugalmas szelepek öngenerálása

Az ábra harmadik képe azt a fázist mutatja, amikor a fűvésztől valakő kiáramlás sebessége már kissé csökkent és ugyanakkor a szivőszekék teljesen nyitva vannak. A beáramló levegő szétbontja a fűszalmát, addig, amíg nagy energiájú befelé hajtja az ágazást. A sebesség a szelektől igen nagy és megaladja egész sebességét. Gyűjtés ekkor még nem történik, pen a nagy beáramlás sebesség miatt. Ebben a fázisban hasznosul a repülési sebességgel addó dinamikai nyomás, ennek előnye azonban ma még kétes, különösen nagyobb sebességek esetében.

A negyedik képen a töltési folyamat még tart. A beáramlási sebesség ugyan már kisebb, mert az égéster-  
ben a depresszió csökkent. A csővégén az előbbi éle-  
zett nyomáshullám depressziós hullámként verődik  
vissza. Figyelemreméltó, hogy ennek következtében a  
füvőcsőben az áramlási irány megfordult. A csőben  
lévő gázrészecskék sebessége ellenkező irányúvá válik,  
majd energiájukat az égésterben lévő tüzelőanyag-  
levegő keverék beszerzésére fordítják. Ez az egész  
folyamatok közül talán a legérdekesebb, mert tulaj-  
donképpen a kompresszor helyettesíti.

Ameddig a szelepeknél nagy volt a beáramlási se-  
besség, addig a keverék nem tudott teljes egészében

laminált a gázrészecskék haladását a csőben. Meg-  
figyelhető, hogy az égést követően egy túlnyom-  
ás-hullám halad a fűvőcső irányába, majd a  
kielőp keresztmetszettel mint depressziós hullá-  
m verődik vissza. A túlnyomás-hullámot se-  
besség-hullám követi. Ekkor a gázrészecskék  
áramlási sebessége egyre növekszik, — mint az  
5. ábra C képen látszik — mindaddig, míg a  
részecskéket a visszaverődő depressziós hullám  
le nem fűvőcső és ellenkező irányú áramlásra nem  
kényszeríti. Jól látható, hogy a részecskék sebes-



5. ábra. A = nyomás-idő görbék a cső különböző helyein; B = Schmidt-féle cső; C = gázrészecskék pályái a csőben.

megvárni, csak a szabad részék égtek el, amelyek-  
nek a keveréke következtében kisebb sebességű volt.  
Azonban minél a beáramlási sebesség az égési se-  
besség alá esett, a keverék teljes egészében égni  
kezd. Ez tulajdonképpen a fő gráduális folyamat, amely  
után az egész ciklus újra kezdődik.

Átvéve, hogy az előbbiek szerinti üzem folyama-  
tan fenntartható legyen, a szelepeket, a portaszűrő-  
követőket és berendezéseket, valamint a keveré-  
kező egyéb szerkezeteket megfelelően össze kell hangolni  
a tüzelőanyag-fűvőcső helyzete és szerkezeti közbülső sze-  
lepeinek, "kemény" és "lágy" üzemet lehet elérni. Ha a  
fűvőcső közelében a szelepek fűvőcsőben vannak, akkor  
az égés nagy nyomásnövekedéssel jár. Ha a fűvőcső  
középső részébe helyezik, akkor a fűvőcső és a szelepek  
középső részén egy időre leáll a fűvőcső, amely  
az erős nyomásnövekedést feloldja.

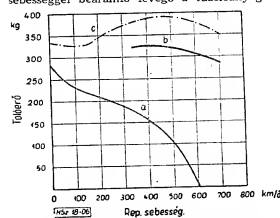
A sugárhajtóműben lejáró folyamatokat  
pár (nyomás-idő) diagrammokkal mutatják. Az 5.  
ábrán láthatjuk Schmidt sugárhajtóműnek külön-  
böző helyein felvett nyomásdiagrammokat, va-

ságát a nyomáshullám hatására mennyire megnő,  
ugyanakkor jól kivethető a cső végén beáramló  
és az előző ciklus égéstermékével keveredő  
külső levegő, mely a következő periódusban  
ismét kitöltődve növeli a töltést.

A szelepek lüktető sugárhajtóműveket a második  
világháborúban használták először a szárnyasbombák  
hajtására. A német V-1 bombák hajtóműveinek az Argus  
AS-014 motorok mészaki adatai a következők:

teljes hossz:	3500 mm
külső átmérő:	575 mm
egyszerű:	350 mm
kitéplési átmérő:	400 mm
összes súly:	135 kg
statikus töltés:	3 kg/kg töltőór
hajtásigazítás	0,42 kg/kg töltőór
(sztatikus)	
töltőerő:	

Repülés közben a cső működése annyiban  
módosul, hogy a dinamikus nyomás miatt na-  
gyobb erő hat a szelepekre; ez a körülmény  
azok viszonylag korábbi nyitására és későbbi  
zárásiára vezet. Mivel a hajtómű tüzelőanyag-  
adagolása állandó nyomással — az üzemállapo-  
tól függetlenül történik, könnyen beállítható,  
hogy a szelepeken hosszabb ideig és nagyobb  
sebességgel beáramló levegő a tüzelőanyagré-



6. ábra. a = egyszerű Schmidt-cső jellegű görbe; b = AS-014 hajtómű jellegű görbe; c = AS-014 hajtómű kiáramló jellegű görbe.

szelepeket jobban beviszi a cső belsejébe és a  
tüzelőanyag egy része elégetlenül távozik. A  
keverék tüzelőanyagban igen feltűnik, az égési  
sebesség csökken és a nyomásnövekedés kisebb  
lesz. Emiatt a töltés csökken, ezáltal pedig a  
fűvőcső fogyasztás nagy mértékben megnő.  
Ha a tüzelőanyag már nagy repülési sebessé-  
gekhez van kialakítva, akkor elérhető, hogy a  
töltés maximuma nem sztatikus állapotban  
van, hanem a körülmények nagyobb repülési se-  
besség körül. A szokásos kivétel esetében a  
maximumot természetesen így sem lehet a se-  
besség letűzőleges növelése útján elérni, mert  
ezt több tényező korlátozza (maximális nyo-  
másméretezés, égési sebesség stb.). Ezt igazolja  
a 6. ábrán látható jellegű görbe is. A legnagyobb  
töltés 500 km/óra repülési sebességen van,  
ezután a sebesség növekedésével a töltés már  
csökken.

Az Argus AS-014 típusú lüktető sugárhajtómű  
700 km/óra = 194 m/sec sebességen 350 kg töltést  
adott 4 kg/kg töltőór fajlagos fogyasztással.  
Ez tehát:  
$$N_v = \frac{P_v \cdot v}{75} = \frac{350 \cdot 194}{75} = 910 \text{ LE}$$

teljesítménynek felel meg, 2 teljesítményes a hajtómű  
óránként  $B = 4 \cdot 350 = 1400$  kg tüzelőanyagot használ  
fel,  $H = 10\,000$  kcal/kg tüzelőanyagot fel-  
használva az égetőanyagot.

$$\eta = \frac{632 \cdot N_v}{B \cdot H} = \frac{632 \cdot 910}{14 \cdot 10^7} = 0,011 \approx 1\%$$

Az Argus-csőnek további laboratóriumi fejlesztése  
soraán sikerült kedvezőbb fogyasztást: 2,7 kg/kg töltő-  
órát érni, valamint nagyobb töltést: 420 kg-ot elérni,  
azonban szükség volt a cső hosszának megnövelésére is.

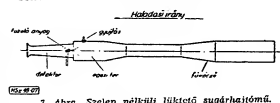
Ez a hatások posse igen kicsi, de figyelembe kell  
venni, hogy itt végzettemben egy átes csőből 410  
hajtóműről van szó, amelynek az előállítás költsége  
kétszázötven becsültárban előfordult volna egy gáz-  
turbina sugárhajtóművet, vagy egy repülőmotorral  
szemben.

### 3. Szeleplekűlű vagy áramlási szelepek lüktető sugárhajtóművek.

Az ilyen hajtóművek története nem nyúlik  
vissza olyan messzire, mint a szeleplekűlű. Sze-  
leplekűlű lüktető sugárhajtóművet 1944 előtt  
nem építettek, bár az irodalom utal arra, hogy  
repülőgépmotorok kipufogó gázai energiájá-  
nak sugárhajtásra való hasznosítását kihasználva,  
olyan szerkezeteket hoztak létre, amelyek né-  
mielleg hasonlítanak a lüktető sugárhajtóművek-  
hez. Ezek azonban nem voltak előadásosan  
szervezett hajtóművek és működésüket ma-  
guk a szerkesztők is „csodálatos”-nak tartot-  
ták.

Az első szeleplekűlű lüktető sugárhajtóművet, amely-  
ben a mechanikus szeleplek dinamikus hatás helyet-  
tesíti a szeleplekűlű szeleplekűlű szeleplekűlű szeleplekűlű  
vált, francia mérnök, fejlesztette ki. A hajtómű or-  
dote 1943-ra nyílt vissza; az első próbarepülést 1950-  
ben végezték vele. Hosszúságát tekintve az 5. ábra  
mutatja. Szerkezete — ha ugyan lehet egyáltalán ilyen-  
mítt egy közönséges cső csőben beállít — nagyon  
egyszerű, működési elve igen érdekes, viszont a benne  
lejáró gázdinamikai, termodinamikai és égési fo-  
lyamatok elmondólag rendkívül nehezen követhető.

A szeleplekűlű hajtóművek lényegében  
ugyanúgy működnek, mint a szeleplekűlű. A két-  
fázisú hajtómű keverékképzés történ kisebb mé-  
rtékben, a bevisztési folyamatot illetően pedig  
lényegesen eltér egymástól. A viszonyok köny-  
nyebb megértése céljából érdemes az áramlá-  
si szeleplek, az ún. „detektorok” kifejezést  
széleskörűen három fő fázisát tanulmányozni.



7. ábra. Szelep nélküli lüktető sugárhajtómű.

A detektorokat stacionár áramlásban vizsgál-  
ták először aszerint, hogy egyik irányban meny-  
nyírel több levegőt engednek át, mint a má-  
sikban. A két mennyiség viszonya az ún. át-  
egedési tényező. Minél nagyobb az átengedési  
tényező, annál jobb a szelep, mert annál na-  
gyobb ellenállást jelent a visszafelé áramló le-  
vegő, ill. gáz számára.

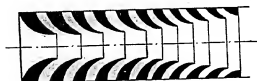
Az első vizsgált szelep az ún. **örvény detektor**  
(8. ábra), a másik pedig az ún. **tölcsérszerű detek-**

tor volt (9. ábra). Az átengedési tényező értékei stacioner áramlásra az első esetben 5, a második esetben 4 adódott ugyan, azonban újratervezésben mégis a második detektor bizonyult jobb-



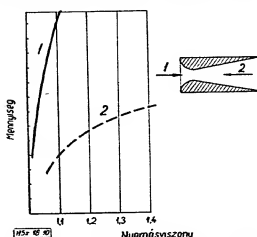
8. ábra. Örengy detektor.

nak. Ennek magyarázata a dinamikus viszonyokban keresendő és azt mutatja, hogy ilyen nem stacioner esetben a megszokott áramlási szerkezetek megfelelő tulajdonságokat mutat-



9. ábra. Differenciális detektor.

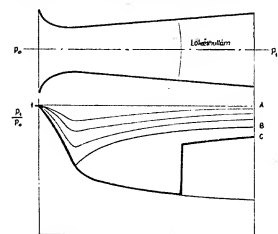
nak. A tölsérlénc detektor esetében a jobb szelephatást a hosszabb levegőoszlop tehetetlensége eredményezi, mely a negatív irányú áramlással szemben számottevő ellenállást fejt ki.



10. ábra. Venturi-cső átlátszó detektor. A nyomásviszonyok függvényében kétféle áramlási irányban.

Ilyen tapasztalatok alapján építették meg az ún. simacsőű detektort, mely végeredményben egy különlegesen kialakított, összetett Venturi-cső. A közönséges Venturi-csővet is lehet áramlási szeleppé alakítani, mivel a kétféle áramlási irányban áteresztőképessége különböző. A 10. ábra egy Venturi-cső detektor átlátszó képét mutatja a nyomásviszony függvényében. Leolvasható, hogy az átengedési tényező 3,5-4 körül van.

A Venturi-cső egyszerűségénél fogva is eszményi detektor lehetne, ha szivárok a fellépő nyomásviszony a 11. ábra ordinátáján az A-B szakasz valamely pontjának megfelelő volna.



11. ábra. A Venturi-cső mint detektor.

A valószínűség az égéster depressziója elegendő nagy, ennek megfelelően a nyomásviszony a B-C pontok között esik. Ekkor már Laval-csőről kell beszélnünk és tudvalevő, hogy ilyenkor a torok utáni hangsebesség feletti áramlást egy merőleges lökéshullám mintegy lefékezi, majd ezután a sebesség hang alatti értéket, a nyomás a hőmérséklet és az entropia pedig növekszik.

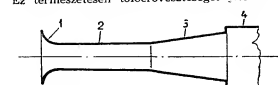
A lökéshullám fellépésekor az égésteri depresszió révén rendelkezésre álló expanziós munka egy része meg nem fordítható módon hővé alakul, vagyis elvesz az égésterbe bejutó keverék előkomprimálása számára. Ez az előkomprimálás pedig igen értékes, mert ezáltal növekszik egyrészt a hasznos munka, másrészt a termikus hatásfok is. Meg kell még említeni, hogy a nyomásviszony a szivás folyamán természetesen megváltozik éspedig A-tól a C (minimális) értékig; ekkorban a detektor mint Venturi-cső, majd mint Laval-cső működik és a lökéshullám helye is változik.

Kihátrálva a periódikus működés adta lehetőségeket, az előzőekben említett simacsőű detektor lehetővé teszi, hogy a szivás folyamán benne ne lépjen fel lökéshullám és így a belépő levegő kinetikai energiáját teljes mértékben az égési tér feltöltésére használhatjuk fel. Ezt úgy érhetjük el, hogy a torok után egy viszonylag hosszú és hengeres, ill. igen enyhén ígáló csőszakaszt iktatunk közébe. (12. ábra.) Stacioner áramlás esetén a (2) szakaszban hangsebesség fölé kerülünk, instacioner esetben azonban a (2) csőszakaszban lévő levegőnek zérus sebességről kell felgyorsulnia. Ha elegendő nagy tömege van — vagyis ha a (2) csőszakasz megfelelő hosszú, akkor nincs ideje a levegőnek fölé gyorsulni, mert közben a (4) égésterben a depresszió meggyengül.

Ilyenkor nem lép fel lökéshullám, tehát nincsen energiavesztés sem (ha a sűrűsödést nem tekintjük). Lehetővé válik tehát, hogy az egész expanziós munkát a megfelelő legfőbb kinetikai energiája formájában az égéster feltöltésére használjuk. A (2) szakaszban a kinetikai energia bizonyos fókáig tárolódik és éppen az égés kezdete előtt alakul át kompresszió munkává. A sebességnek a kritikus értéket tartása a beszívott levegő mennyiségét illetően nem közös, mert ezt a torokban fellépő hangsebesség ilyis korlátozza.

Az égést követő kifele áramlás során a (2) csőszakaszban szintén kedvező szelephatása van. A kifele áramló forró gázok ugyanis ezen a szakaszon a nagyobb sűrűségű hideg levegővel ütköznek össze.

A munkaszakaszok részletei a 13. ábrából tűnnek ki. Itt is jól látható a hasonlóság a rezgő szelepek hajtóműhöz (5. ábra), megfigyelhető továbbá a detektoron előre történő kiáramlás is. Ez természetesen tolerálhatóságot jelentene.

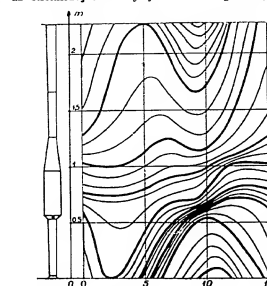


12. ábra. Simacsőű detektor.

de egy visszafordító csővel ezt is hasznosítani lehet. Az újabb konstrukció ezt a hátrányt elvileg is kiküszöböli; erre még a későbbiekben visszatérünk.

A gázdinamikai szeleppel működő lökettő sugárhajtóművekben a szelep jellege miatt az égési csúcsnyomás kisebb, mint a rezgő szelepekben. A csúcsnyomás nagyságát leginkább talán az égési sebesség befolyásolja. Minél gyorsabb ugyanis az égés és ezzel együtt a nyomásnövekedés, a dinamikus szelep annál jobban zár.

Az égési sebesség azonban a szokásos tüzelőanyagok esetében nem növelhető kielégítő módon, ezért a szelepnélküli hajtóművek rosszabb hatásfoka volna várható. Az irodalomban található fogyasztási adatok azonban ennek éppen az ellenkezőjét bizonyítják. A rezgő szelepek



13. ábra. A gáztöltésű szelepnélküli lökettő sugárhajtómű.

hajtómű nagyobb fajlagos fogyasztása végeredményben annak tulajdonítható, hogy a szelepekkel fellelő hidraulikai veszteségek számottevőek, a gázdinamikai szelep veszteségeit ezzel szemben megfelelő kialakítással minimális értékre lehet szorítani.

A tüzelőanyag befecskendezése itt is folytonos, állandóan a rezgő szelepek esetében. A befecskendező fúvóka a tüzelőanyagot a detektorba juttatja. A kiáramló füstgázok a detektorból a tüzelőanyagcsővel vesznek fel, azonban a kiáramlás megszűnik, még mielőtt ezek a detektorból kiléphetnének. Az igen nagy hőmérséklet következtében a párolgás erős és a tüzelőanyagcső az égéstermékkel együtt az égési térbe szívódnak vissza. Mikor további tüzelőanyagot keverve a szükséges levegő a detektorból bedörög, akkor a forró falak és a maradék gázok a gyújtást létrehozzák.

Ugyanúgy, mint a szelepek hajtóműveiben, a porlasztás helye a hajtóműben lezáró égési nagyrésztben befolyásolja. A tüzelőanyag befecskendezési nyomása igen kicsi (0,3-1 kg/cm<sup>2</sup> túlnyomás) és így viszonylag egyszerű tüzelőanyag-rendszerrel tesz szükségessé. A mennyiség szabályozása által a tolerált táv határokat lehet változtatni. A tüzelőanyag szállítása

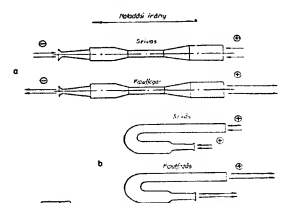
a tartályban uralkodó túlnyomás révén történik, ezáltal nincs szükség semmiféle forgó, külső energiát igénylő szerkezetre.

Az első szelepnélküli lüktető sugárhajtóművet, az Escapette-et vitorlázó repülőgépek segédhajtóműveként alkalmazták. A hajtómű főbb műszaki adatai a következők:

hossz:	2880 mm
dugós tér átmérője:	120 mm
külső átmérője:	157 mm
tolóerő:	10 kg
súly:	4,8 kg
fajlagos fogyasztás:	1,8 kg/kg tolóerő óra
tolóerő/súly:	0,48 kg/kg tolóerő

A kísérleti repülőgépek alkalmazásával a gépek 4, III, 6 ilyen hajtóművel ellátottak, mert egy cső tolóereje meglehetősen kicsi. Az indítás úgy történik, hogy a tüzelőanyag befecskendezésével egyidejűleg megfelelő csatlakozó a tüzelőanyag nagy nyomású levegőjének és egy gyújtóvezetéknek is működésbe hoznak. Az első néhány robbanás után a gyújtást ki lehet kapcsolni és a továbbiakban a nagy nyomású levegő nem szükséges. A hajtómű repülés közben történő leállítás és újra indítása a gépvonó számára egyszerű műveletet jelent.

Az előbb leírt szelepnélküli hajtómű hátránya a szeleppel szemben, hogy a deiktorki ütemessége miatt 10-20 százalékos tolóerő vesztesége van. E veszteséget az előre (a repülési irányban szemben) kilökött gázok impulzusa okozza.



14. ábra. Egyenes és görbített szelepnélküli hajtómű. Az egyes folyamatoknál fellépő sebességek vektorok, a hajtóműre ható erők irányát bekezelő elöljeltek vannak jelölve.

Említsük még, hogy az előlír beszívott levegő impulzusa is negatív tolóerőt eredményez; ennek hatása azonban kisebb. E hátrányok kiküszöbölésére újabb típus született, amely az előző típusú cső 180°-os meghajlításával jött létre. (14. ábra.) Ennél mind a beszívási, mind a kipufogási folyamat pozitív tolóerőt szolgáltat, amelyet az ábrán látható kis bekarikázott előjelnek kívánunk szemléltetni. A meghajlított csővé típus az elődénél jóval

korcszerűbb; ez a tény természetesen nemcsak a meghajlításnak, hanem számos egyéb kisebb tökéletesítésnek is köszönhető.

Az új típus Escavisse néven ismeretes; műszaki adatai az alábbiak:

hossz:	2480 mm
súly:	10 kg
tolóerő:	30 kg
fajlagos fogyasztás:	1,33 kg/kg tolóerő óra
tolóerő/súly:	0,33 kg/kg tolóerő

Az Escavisse-ről egyéb adatokat még nem hoztak nyilvánosságra.

#### 4. Alkalmazási területek

Mint minden más esetben, a lüktető sugárhajtóművek alkalmazási területét is jellemző tulajdonságaik határozzák meg.

A lüktető sugárhajtóműveket főként az egyszerűség, a kis fajlagos súly, az olcsóság, a viszonylag kis teljesítmény, a meglehetősen jó hatásfok és a közepes repülési sebesség jellemzi.

A lüktető sugárhajtóművekkel felszerelt cső, torló sugárhajtóművek egyszerűségével, amennyiben a fő alkotó eleme csak valamely változó keresztmetszetű „kályhaoszlop”.

Ezt megfelelő vékony lemezről készítve, a hajtómű súlyja kisebbre adódik, így tehát egyszerűsödik az is. A viszonylag kis teljesítményt és a meglehetősen jó hatásfokot a korszerű gázturbinás sugárhajtóművekhez hasonlítva kell ítélni.

A lüktető sugárhajtóműveket először szárazbombák hajtására alkalmazták. A V-1 bomba egyszerű szerkezete, könnyű gyárthatósága és olcsósága viszonylag nagy tömegben történő bevetésre adott lehetőséget. Igen nagy hátránya volt azonban kis sebessége (700 km/óra) és ennek következtében aránylag könnyű szerrel lehetett leküzdeni. Sebességi korlátját éppen a rezgőselepes hajtómű jelenléte, amelynek tolóereje a nagyobb sebességek esetében rohamosan esik le. (6. ábra.)

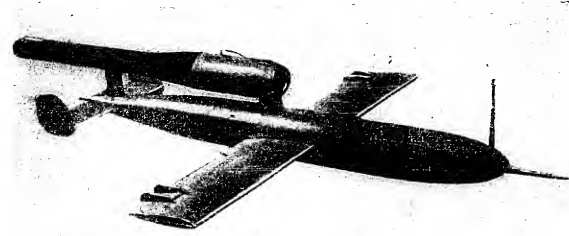
A hajtóművet nem sikerült úgy tökéletesíteni, hogy nagyobb sebességekre is megfelelt volna. Ezért a továbbiak során a szárazbombák hajtására egyre inkább rakétákat kezdtek alkalmazni.

Jelenleg csak az iródlalom [8] tud lüktető sugárhajtóművel hajtott szárazbombákról: ez szerint állították ma is van ilyen rendszerű fegyver, amelynek sebessége 1200 km/óra, 4 (nincs robbanóanyag terheléssel). Ez arra enged következtetni, hogy a rossz sebességi jellegéből meg lehet javítani — ilyen utalással egyébként máshol [9] is találkozunk.

Jelenleg a lüktető sugárhajtóműveket leginkább a légvédelmi túlzásig célpontjelölő hajtására alkalmazzák. Ezeket a gépeket a földről irányítják és feladatuk végzésével — ha nem semmisültek meg — vissza is tudnak

térni a repülőterre. Ezek hajtására előszerző hajtóművet alkalmazni, amely igen olcsó, de emellett a szükséges sebesség eléréséhez elegendő tolóerőt szolgáltat. A használatos repülőgépek sebessége 400-550 km/óra, mintegy 4000 m magasságban; a repülési időtartam pedig 45-75 perc. A hajtóművek rezgőselepes kivitelűek, 20-150 kg tolóerővel. Egy jellemző kivételű célpontjelölő gépet a 15. ábrán láthatunk. Feltehető, hogy hasonlóan a V-1-hez, a hajtómű a gép törzse felett van elhelyezve. Ez a cső hűtése és a törzsből elhelyezett automatikus

tud startolni és a kívánt magasságba emelkedni, ahol a hajtóművet kikapcsolva már zavartalanul vitorlázhat. Vitorlázórepülő iskola részére különösen kedvező a segédhajtómű alkalmazása, mert segítségével növelni lehet a startok számát. További előnyt jelent, hogy a segédhajtóművel felszerelt gépek rendszeresen visszatérhetnek repülőterükre, mivel a hajtóművel repülés közben is bármikor meg lehet indítani. Illy módon a repülőterén kívüli leszállás miatt felmerülő nagy szállítási költség és jelentős idővesztés megtagadható.



15. ábra. Az Arsenal 5301 célpontjelölő rezgőselepes hajtóművel.

berendezések miatt van így. A hajtómű hossza 3,25 m, statikus tolóereje tengerszinten 150 kg, üzem frekvenciája pedig 45 Hz. Üzemanyagaként közönséges benzint, amelyet a porlasztókba ártított levegővel nyomnak.

A lüktető sugárhajtóművekkel felszerelt célpontjelölő gépek elterjedését a repülési teljesítmények, amelyek a jelenlegi célvontatási módszerekkel megvalósíthatók. Teljesítményük lényegesen túlszárnyalja a légszavart célpontjelölő gépeket, amellyel ezekhez képest még lényegesen olcsóbbak is. A lüktető sugárhajtómű már fejlettségi fokán is kétszázötven közepes repülési sebességeken a célpontjelölő gépek ideális hajtóműve.

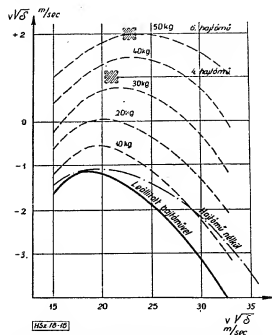
A vitorlázó gépek esetében a hajtóművek további igen értékes felhasználási lehetőségével találkozunk: itt őket segédhajtóműként alkalmazzák. Nincs szükség ilyenkor csőelő-berendezésre, vagy vontatásra; a gép saját erejével

Az előzőekben már említett Escapette hajtóművekkel felszerelt vitorlázó gépek az első kísérletek alkalmazásával is elég kedvező teljesítményeket nyújtott. A 16. ábrán közölt diagramból látható, hogy kikapcsolt hajtóművel a gép pályája számottevően mértékben nem romlott. Még jobb eredményeket lehet elérni, ha a hajtómű bekapcsolását már a gép tervezése során figyelembe vesszük. A hajtómű rezgéseit egyszerű rugós felfüggesztés segítségével a géptörzshöz teljesen függetlenül lehet elválasztani, ezáltal a rezgések nem lehetnek káros hatásúak és nem rövidítik meg a gép élettartamát.

Helikopterek rotorának forgatására is alkalmazták a lüktető sugárhajtóműveket. Ilyenkor a hajtóművek a forgószárnyak végén vannak elhelyezve, tehát a gépre nem hat reakciónyomaték és így nincs szükség farok-lecsavarra. Ennek ellenére ezt a megoldást nem szívesen alkalmazták, mert nagy hangereje



folytán a pilóták idegenkednek tőle. Egyébként ezt az alkalmazást az a körülmény is gátolja, hogy a szárnyvégek viszonylag nagy sebességgel a szelepes lüktető hajtóművek töltőereje jelentős mértékben romlik.



16. ábra. Az Escapette hajtóművelkel felvezetett Ennouchet virolázógép jellegző görbéi. (A gép súlya hajtóművel és enélkül egyforma volt.)

Helikopterek részére készült a Saunders Roe szelepes hajtómű, amely rövidségével kitűnik a hasonló hajtóművek közül. Itt szükség is van a rövid konstrukción, hiszen egy forgószárny-végre nem lehet több méter hosszú hajtóművet alkalmazni. A Saunders Roe hossza 1,3 m és 7 kg súllyal töltőereje 20,3 kg.

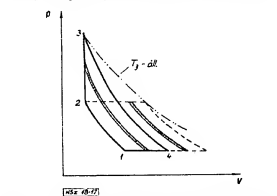
Feltétlenül meg kell említeni a lüktető sugárhajtóművek egy további alkalmazását: ez a repülőmodellek vontatása. E felhasználás már csak azért is érdekes, mert ilyen hajtóművel tartják a sugárhajtású modellek sebességi vizsgálását. A szerkezet egyszerűsége, kis fajlagos súlya és igénytelensége teszi a hajtóműveket erre a feladatra alkalmasnak.

Érdemes megemlíteni pl. a Letmo MP 250 jelű csaházú hajtóművet, amelyet minimális töltőerősüllyel a legkisebb modellhajtóművek közé lehet sorolni. Főbb jellemzői:

teljes hossz:	500 mm
statikus töltőerő:	1,3 kg
súly:	0,22 kg
frekvencia:	290-300 Hz
töltőerő/súly:	0,122 kg/kg töltőerő

A lüktető égés nemcsak sugárhajtóművekben, hanem belsőégésű gépekben és tüzelőberendezésekben is használható. Akár az egyik, akár a másik alkalmazásról van szó, végül mindkettőben a lüktető égést kísérő (vagy helyettesítő) instacioner nyomásfolyamatokat hasznosítjuk és ezek révén az égéstermék nyomását külső munka nélkül tudjuk megnövelni.

Ez a körülmény több kutatást arra késztetett, hogy megvizsgálják, lehet-e az állandó nyomású gázturbinát és a lüktető hajtóművet egyesíteni. Ez esetben lüktető tüzelőteret készítenek, amely önmagában véve hasonlít az előbbieken leírt sugárhajtóművek valamelyikéhez. A tüzelőteret azután kompresszor és gázturbinára közzelítva végtermékben olyan munkafolyamat jön létre, amelyben (ideális esetben) a kompresszió



17. ábra. A lüktető sugárhajtóművek munkafolyamatjának megfelelő ideális p-v diagramm (folytonos vonal) és az állandó nyomású gázturbinák diagramja (szaggatott vonal).

adiabatus, a hőközlés állandó térfogaton történik, az expanzió ismét adiabatikus és a hőelvonás állandó nyomáson megy végbe. (A 17. ábrán bevezetjük az állandó nyomású két adiabatus folyamatot is.) Az elemi Carnot körfolyamatok bevezetése után nyilvánvalóvá válik, hogy állandó térfogatu hőközléssel jobb hatásfokot lehet elérni. Ez esetben — bár kisebb mértékben — a hasznos munka is megnövekszik. A tüzelőter nyomásviszonyának növelésével javul a hatásfok és a hasznos munka is nagyobb lesz.

Mint az előzőekben már említettük, F. H. Reynst lüktető tüzelőteret szerkesztett és szabaddalmozgatótt. Ez a tüzelőter szelepek nélkül működött. Szelepes tüzelőtereket is kifejlesztettek kázanok berendezéséhez; ezekkel főként a szénpor-tüzelésben értek el jó eredményeket.

A szelepes lüktető tüzelőberendezéseknek már jól kifejlesztett típusai vannak: a kisméretű, nagyteljesítményű fűtőkészülékek. Ezek

különösen motorok előmelegítésére és járművek fűtésére alkalmasak. Egyéb fűtési eljárásokban a fűtési levegő vagy más közeg továbbítására külső energia is szükséges, amelyet pl. ventilátor segítségével lehet a berendezésbe táplálni. A lüktető tüzelőberendezésben a meleg égéstermék önmagukat továbbítja. Emellett jobban biztosítható a teljes tűzbiztonság és az állandó üzemképesség szélsőséges időjárási körülmények között is.

A lüktető gázrám sajátossága a meglepően jó hőátmenet a határoló falakra. Ez indokolja Reynst és Schmidt tüzelőterének nagy hőterhelését ( $50 \cdot 10^6$  kcal/m<sup>2</sup> · óra), továbbá a lüktető tüzelőberendezések igen jó tüzelési hatásfokát. A lüktető tüzelés a berendezés életartama szempontjából is kedvező. A szokásos égőterekben a láng az égési térnek állandóan ugyanarra a részére irányul, a lüktetőben pedig — hasonlóan a motorhoz — az égéstermék kedvezőbb hőigénybevételét tudja a váltakozva beszívott hidegebb levegő által elérni. Egy megvalósított gépközi-fűtőberendezésben az égési tér hőterhelése mintegy  $25 \cdot 10^6$  kcal/m<sup>2</sup> · óra. Ezt a viszonylag nagy hőterhelést igen kis térfogatban, viszonylag olcsó szerkezettel és áramszükséglet nélkül lehet létrehozni. További előnyként kell megemlíteni, hogy a lüktető égés egyébként igen kellemetlen, erős hangját a fűtőberendezésekben megfelelően tompítani lehet, elterven a sugárhajtóművekről, ahol ez csak kis mértékben lehetséges.

## 5. Összehasonlítások

A lüktető sugárhajtóműveket az előbbieken ismertetett alkalmazási területek hajtóműveivel hasonlítjuk össze, különösen pedig a dugattyús motorokkal. Ez legelőször konkrét példákon elvégezzük. E példák adatait mindjárt a két legfontosabb lehetőség esetére vesszük fel: a) vitorlázó repülőgép segédhajtóművel és b) célrepülőgép hajtóművel.

a) Legyen egy vizsgált virolázógép sebessége, melyen a hajtómű működik,  $v = 140$  km/óra  $= 38,9$  m/sec; a vanderő  $P_v = 50$  kg. Ekkor a hajtómű teljesítménye

$$N_v = \frac{P_v \cdot v}{75} = \frac{50 \cdot 38,9}{75} = 25,9 \text{ LE}$$

Az átszámítás alapján a fajlagos jellemzők egy dugattyús motorral könnyen össze lehet hasonlítani. Az egyik legfontosabb jellemző a hajtómű teljesítménysúlya, amely a sugárhajtóművek esetében

$$\frac{G_{hajt}}{N_v} = g_{hajt}$$

légszavas hajtóműre pedig

$$\frac{G_{mot}}{N_v} = g_{mot}$$

Az összehasonlítás a hajtóművek súlyára a következő eredményt adja:

$$G_{hajt} = P_v \cdot g_{hajt} = 50 \cdot 0,33 = 16,5 \text{ kg}$$

(Cerezise typ. B)

$$G_{mot} = N_v \cdot g_{mot} = 25,9 \cdot 0,8 = 20,8 \text{ kg + légszavas (Ambrosini P-25)}$$

Ugyanakkora teljesítmény eléréséhez tehát jóval kisebb önsúlyú sugárhajtómű adódik, mint amekkora súlyú a dugattyús motor és a légszavas. Ha a tüzelőanyag és kenőanyag árat vesszük figyelembe, akkor a motor által fogyasztott tüzelőanyag egyharmad-egynegyed részét teszi ki a sugárhajtómű üzemanyaga árának.

b) Az összehasonlítás ezek után egy nagyobb sebességű gépre, pl. egy célrepülőgépre tegyük meg, melynek sebessége  $v = 460$  km/óra  $= 128$  m/sec.  $P_v = 150$  kg;  $G = 81$  kg (Pulso-reactor Arsenal).

A teljesítmény:

$$N_v = \frac{150 \cdot 128}{75} = 256 \text{ LE}$$

A megfelelő motor súlya,  $g_{mot} = 0,85$ -el számolva:

$$G_{mot} = 256 \cdot 0,85 = 218 \text{ kg}$$

vagyis 2,7-szeres több, mint a sugárhajtómű. A homlokfelületet tekintve hasonlóképpen a sugárhajtómű van előnyben, mert kb. fele akkora homlokfelülete van. A fogyasztás aránya az előző példához hasonló mértékű. Nagyobb repülési sebességen a sugárhajtómű fajlagos jellemzői a motorhoz képest egyre javulnak.

Az összehasonlítás igen lényeges része még a beszerzési ár. Itt konkrét adatok hiányában becslésre vagyunk utalva, mindenesetre nagyságrendileg azt mondhatjuk, hogy a motor ára a sugárhajtóműéhez képest kb. húszszoros, és az arány a teljesítménnyel nem változik lényegesen. Másrészt a motor életartama kb. 2-4-szeres nagyobb, mint a sugárhajtóműé.

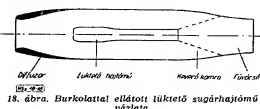
További eltérések az üzemeltetés során jelentkeznek. Itt szintén a sugárhajtóművek részére mutatkozik kedvezőbb kép. A lüktető sugárhajtóművek kezelése egyszerűbb, kevesebb szakértelmet kíván, különösen a szelepnélküli kivitel esetében. Javítása is jóval egyszerűbb, jóformán a repülőterén elvégezhető. Ezek végeredményben mind újabb olcsóbodást jelentenek.

Különösen a vitorlázógépek esetében fontos a levegőben való újraindítás megoldása. Ez a feladat a sugárhajtóművel könnyen teljesíthető, motortól azonban csak különleges berendezések segítségével lehetséges.

A lüktető és gázturbinás sugárhajtóművek összehasonlítása nem ad reális eredményt, mert a gázturbinás sugárhajtómű éppen a legnagyobb

teljesítmények elérésére alkalmas, a lüktető hajtóművek pedig kis- és közepes teljesítményekhez valók. A lüktető hajtóművel egybevetve, a gázturbina fogyasztása jobb, tolóerő-súlya pedig nagyjából azonos. Az előállítási költségek természetesen a lüktető sugárhajtómű esetében kedvezőbbek. A egyéb repülőgéphajtóművekkel való összehasonlítás szintén nem reális.

Az egybevetés során feltétlenül figyelembe



18. ábra. Burkolattal ellátott lüktető sugárhajtómű vázlata.

kell venni a lüktető sugárhajtóművek fejlesztési lehetőségeit is.

Ezek közül az alábbiak fontosak:

- A) hatások és tolóerő növelése;
- B) sebességi jelleggörbe javítása;
- C) élettartam növelése;
- D) hangcsökkentés.

A. A hatások és tolóerő növelésének már elméletileg elegendő jól megalapozott lehetőségei vannak. A kis, valamint a nagy sebességek esetében némileg eltér a növelési módja. Jelen esetben csak a nagyobb sebességű hajtóművek hatásoknak és tolóerőjének növelését célszerű vizsgálni, mert a várható javulás itt nagyobb mértékű.

A hajtóművet egy második levegő-áramkört biztosító köpenybe helyezve (18. ábra) a működési viszonyok álló helyzetben és repülés közben is számottevő mértékben megváltoznak. Ez végeredményben egy torló-sugárhajtóműhöz hasonló elrendezés, amelynek jó tulajdonságai leginkább a nagy repülési sebességeken érvényesülnek. Mint az előző fejezetekben láttuk, a szelepes hajtóművek tolóereje a nagy repülési sebességeken rohamosan csökken, fogyasztásuk pedig erősen megnő. Eppen ezért a burkolat (köpeny) hatása rendkívül nagy jelentőségű. Ez még akkor is így van, ha a burkolat csak a viszonyok rosszabbodását gátolja meg.

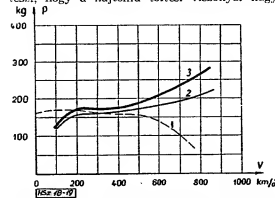
Ha egy lüktető sugárhajtómű adatait 200 km/óra repülési sebességen adottak vesszük és a hajtóművet a 18. ábra szerinti köpenyben helyezzük el, akkor számítás útján meg lehet határozni a viszonyokat 800 km/óra repülési sebességre. Egy adott hajtómű esetében 20%-kal nagyobb tolóerő és a hatások 1,5%-ról mintegy 8%-ra való megnövekedését kapjuk eredményül. Ez utóbbi érték már meglehetősen megközelíti a gázturbinás sugárhajtóművek hatás-

fokát. A nagymértékű hatásokjavulás következtében a repülőgépek hatótávolsága jelentékeny módon megnőhet, vagy pedig a repülési költségcsökkentése lehetséges.

Ha a hajtóművet köpenybe helyezzük, akkor nemcsak tolóereje, hanem ezzel egyidejűleg homlokfelülete és repülés közbeni ellenállása is megnő. Így tehát aránylag kisebb lesz a burkolat okozta tolóerőnövekedés. Ha a hajtóművet sikerül olyféppen elhelyezni (pl. a gép törzsében), hogy a homlokfelület növelése ne jelentessen ellenállástöbbletet, akkor viszonylag nagyobb tolóerőnövekedés jön létre, mert ekkor a megnövekedett tolóerőből csak a változatlan ellenállást kell levonni.

A köpeny áramköre hasznosítja a cső sugárártó meglelt és egyben kedvező hűtési biztosít; azonkívül a tűzvészélyességet is erősen csökkenti. Emiatt a hajtóművet most már nem kell feltétlenül a törzs fölött elhelyezni (15. ábra), hanem a gázturbinás hajtóművekhez hasonlóan a törzsbe is be lehet építeni.

B. A sebességi jelleggörbe javítására igen célszerű az előbbiek szerinti hajtómű-burkolat. A tolóerő és hatások növekedésekor is nagyobb jelentőségű, hogy a fokozott vonóerő még olyan repülési sebességeken is rendelkezésre áll, amelyek valamely egyszerű — köpeny nélküli — hajtómű működése kétséges volna. A köpeny hatása emeli meg a hajtómű alacsonyosságát, a hátrulról visszatámasztó előáramló levegő nyomása ugyanis nagyobb. Ez kiegyenlíti a szelepekre ható nagyobb dinamikus nyomást és lehetővé teszi, hogy a hajtómű töltési viszonyai nagy



18. ábra. Lüktető sugárhajtómű jelleggörbéje: 1 = hajtómű nélküli; 2 = szabad köpeny; 3 = beépített köpeny.

repülési sebességeken is változatlanok maradjanak.

A köpenyvel felszerelt lüktető sugárhajtómű sebességi jelleggörbéjét a 19. ábra mutatja. A szaggatott görbe az eredeti hajtóműre vonatkozik, a (3) görbe pedig a köpeny saját ellenállását figyelmen kívül hagyja, más szóval úgy

vesszük, hogy a hajtómű a köpenyvel együtt pl. a törzsben helyezkedik el.

C. Szelepes hajtóművek esetében az élettartam növeléssel tulajdonképpen a szelep élettartamának növelése jelenti. Az élettartamot csak a legújabbban sikerült különleges acéltalanyagok alkalmazásával egyes hajtóművekben 50 óra vagy még többre emelni. (A *Pulso-reactor Arsenal* szelepeinek 8 óras élettartamával szemben a Navy—Research Laboratory *Pulso-jet*-jének szelepe 200 óras élettartamú. Ezt úgy érték el, hogy a szeleplükeket különleges rugalmas műanyagból készítették.)

A szelepnélküli hajtóműveknél csak a cső élettartama jelenti a korlátot, a csöveket azonban a jó tolóerő elérésére igen vékony lemezekből készítik. Ezek igen kényesek a vasasági méret pontos, állandó értékére, valamint a hegesztési varratok minőségére. Az *Escopette* élettartama a jelenleg ismert adatok szerint 50 óra; az élettartam növelése jelentős mértékű lehet, ugyanakkor a tolóerő is némileg rosszabbodik.

D. A lüktető sugárhajtóművek kellenetlen és erős hangjainak tompítása csak egyes alkalmazási területeken fontos, így pl. a vitorlázó segédhajtómű, valamint helikopter hajtómű esetében. Az erős hangot a fűzőcső peremén kilépő nagy amplitúdójú nyomáshullám okozza. A hang tompítására az előbbiekben említett hajtómű-köpeny is alkalmas. Látniuk tehát, hogy a köpeny nemcsak a hatások és a tolóerő, hanem a hantompítás szempontjából is kedvező. Ennek kísérleti bizonyítása még hátra van.

KOVÁTS ZOLTÁN  
MERNOK-SZÖCS

## Az ejtőernyőmozgás elméleti vizsgálata

### 1. Bevezetés

Az ejtőernyőmozgás lényegében légellenállással fékezett szabadesés. A vizsgálatunk tehát ebből kell kiindulnia. Átvettük, hogy a mozgást matematikai formákban tudjuk kifejezni, a következtetéseket tételvezéssel fel:

I. Teljes szélesed, vagyis a mozgó ejtőernyő csúspán két erő hat: a mozgó rendszer súlya,  $G$  és a rá ható légellenállás ereje,  $E$ .

II. Feltételezzük, hogy az ernyő a bontás pillanatában teljes felületével kibomlik. Ezzel a bontás bizonytalanságát küszöböljük ki.

Egyébként az *Escopette* szerkesztői is a fejlesztési lehetőségeit mérlegelve, kedvező következtetésekre jutottak, mert véleményüket — kissé egyoldalúan — így közölték: „... a lüktető sugárhajtómű jövőbeli fejlődésének kilátásai rendkívül kedvezően állnak meg. Semmiféle más, eddigre nem ismeretes hajtóműnek nincsenek ennél nagyobb lehetőségei.”

### 6. Összefoglalás

A lüktető sugárhajtóművek alkalmazása bizonyos területeken erősen indokolt. A kis sebességekre, mint vitorlázógépek-segédhajtómű, nagyobb sebességekre, mint célrepülőgépek hajtómű, sőt a sebességet megfeldolgozó növelve, esetleg mint szárnyasbomba hajtóműve is, kedvezően alkalmazható. A hajtómű jellemző köpeny alkalmazásával jelentős mértékben javíthatók. Egyeztetési szerkesztés, olcsóság és igénytelenség használata nagyobb fogyasztása és hangosága ellenére is vonzóvá teszi.

### Irodalom

- [1] P. Schmidt, Z. VDI, 92, 393—399 (1950)
- [2] G. Dietrich, MTZ, 18, 130—137 (1954)
- [3] J. Bertin, Interavia, 6, 343—347 (1953)
- [4] F. H. Reynal, The Oil Engine, 18, 401—402 (1953)
- [5] F. H. Reynal, J. Inst. Fuel, 28, 63—68 (1953)
- [6] F. H. Reynal, Aeronautics, 22—4, 46—50 (1953)
- [7] F. H. Reynal, Energie, 6, 113—118, 399—399 (1954)
- [8] F. H. Reynal, Allg. Wärmetechnik 6—4, (1955)
- [9] H. Lembeck, Z. VDI, 94, 1006—1008 (1952)
- [10] F. Staab, Z. Flugwiss., 2, 129—141 (1954)
- [11] E. Singer, Ing. Archiv, 18, 310—323 (1950)
- [12] L. Huber, ATZ, 53, 208—213 (1951)
- [13] Jane's All the World's Aircraft, (1954—1955)

III. A bontás pillanatában a rendszer süllyedési sebessége  $v_0$  („süllyedésnek” az ejtőernyővel való „esés”-t nevezzük). Vagyis  $t = 0$  helyen  $v = v_0$ .

2. Az ejtőernyőmozgás állandó súlyú rendszer esetén

Az előbbi három feltételhez tehát a vizsgálat esetében hozzájárul az, hogy a rendszer súlya a süllyedés ideje alatt nem változik,  $G = \text{const.}$

A vizsgálatot abban a pillanatban kezdjük, amikor az ejtőernyő kibomlik (1. ábra). Ekkor a rendszerre két erő hat:

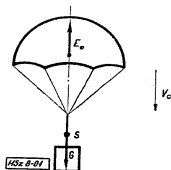
a) A rendszer súlya:  $G$

b) a rendszer  $v_0$  sebességéből adódó légellenállás:

$$E_0 = c_0 \frac{\delta}{2} F v_0^2,$$

ahol

$c_0$  a légellenállási tényező,  
 $\delta$  a levegő sűrűsége, ( $\approx 0,125 \text{ kgsec}^2/\text{m}^4$ )  
 $F$  az ejtőernyő hasznos felülete (keresztmetszeti felülete), ( $\text{m}^2$ ),  
 $v_0$  a rendszer kezdeti sebessége ( $\text{m/sec}$ ).  
 A két erő eredője  $P_{\text{er}} = E_0 - G$  lassító erő (ha  $E_0 > G$ ), vagy  $P_{\text{er}} = G - E_0$  gyorsító erő (ha  $E_0 < G$ ) lehet, esetleg  $E_0 = G$  esetén eredő-



1. ábra. Ejtőernyő a bontáskor.

jűk zérus, ekkor a mozgás  $v_0$  sebességű egyenletes mozgás lesz. A másik két esetben változó mozgást kapunk. Mi csak a lassuló mozgást vizsgáljuk, mert a gyakorlatban inkább ez fordul elő, egyenleteink azonban előjelcserével a gyorsulóra is alkalmazhatók.

A továbbiakban tehát a lassuló mozgást vizsgáljuk egy általános  $t$  időpillanatban. A lassító erő:

$$P_l = -m \cdot a = -\frac{G}{g} \cdot \frac{dv}{dt} = E - G.$$

Helyettesítjük  $E$  értékét és kellő átrendezés után az egyenlet:

$$\frac{c_0 \delta F}{2G} v^2 - g = -\frac{dv}{dt}$$

Ha a  $\sqrt{\frac{2G}{c_0 \delta F}} = v_x$  helyettesítést alkalmazzuk, akkor  $\frac{c_0 \delta F}{2G} = \frac{1}{v_x^2}$ . Írjuk ezt be az egyenletbe:

$$\frac{1}{v_x^2} (v^2 - v_x^2) = -\frac{dv}{dt} \quad (1)$$

Ez az ejtőernyőmozgás differenciálegyenlete állandó súlyú ejtőernyős rendszer esetén.

Könnyen megoldható a változók szétválasztásával:

$$\frac{v}{v_x^2} dt = -\frac{v}{v^2 - v_x^2} dv$$

Az integrációs határokat a bevezetésben megadott III. kezdeti felvétel szolgáltatja. Az integrálást elvégzve:

$$\frac{g}{v_x^2} \left[ t \right] = -\left[ -\frac{1}{v_x} \operatorname{arth} \frac{v}{v_x} \right]_{v_0}^v$$

Kellő átalakítások után:

$$\frac{g}{v_x^2} t = \operatorname{arth} \frac{v}{v_x} - \operatorname{arth} \frac{v_0}{v_x}$$

Végül:

$$v = v_x \cdot \operatorname{arth} \left[ \frac{g}{v_x} t + \operatorname{arth} \frac{v_0}{v_x} \right] \quad (2)$$

Ez tehát az (1) differenciálegyenlet megoldása,  $G = \text{const}$ , esetén, s ez nem más, mint az ejtőernyős rendszer sebességének változása az időben. A függvény menetét vizsgálva, nézzük meg a függvény differenciálhányadosát:

$$\frac{dv}{dt} = -\frac{g}{\operatorname{sh}^2 \left( \frac{g}{v_x} t + \operatorname{arth} \frac{v_0}{v_x} \right)}$$

Mivel a nevezőben egy négyzet van, s ez mindig pozitív, azonnálul  $g$  is pozitív, a derivált értéke állandóan negatív, vagyis a függvény menete monoton csökkenő.

A sebességfüggvényről tudjuk tehát azt, hogy a  $v_0$  értékénél kezdődik és monoton csökken. Kérdés most már az, hogy meddig csökken, mi a sebesség legkisebb értéke. A  $th$ -függvény általában valamely határértékhez szokott tartani. Nézzük ezt meg jelen esetben, azaz képezzük a határértémet, ha  $t \rightarrow \infty$ :

$$\lim_{t \rightarrow \infty} v = \lim_{t \rightarrow \infty} v_x \cdot \operatorname{arth} \left( \frac{g}{v_x} t + \operatorname{arth} \frac{v_0}{v_x} \right)$$

Tudjuk, hogy a  $v_x$  állandó kiemelhető a lim jel elé. Alkalmazzuk a következő egyszerűbb jelölést:

$$\frac{g}{v_x} t + \operatorname{arth} \frac{v_0}{v_x} = x.$$

Látjuk, ha  $t \rightarrow \infty$ , akkor  $x \rightarrow \infty$ .

Tehát

$$\lim_{t \rightarrow \infty} v = v_x \cdot \lim_{x \rightarrow \infty} \operatorname{arth} x = v_x \cdot \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\ln x}{x} =$$

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\ln x}{x} = \frac{e^0}{e^x} = \frac{1}{e^x} = \frac{1}{\infty} = 0$$

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\ln x}{x} = \frac{1}{e^x} = \frac{1}{\infty} = 0$$

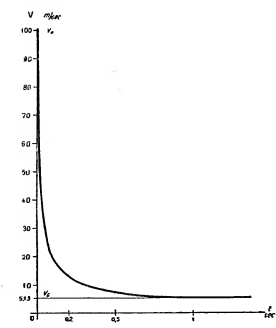
Látjuk, hogy a sebesség határértéke, a  $v_x = \sqrt{\frac{2G}{c_0 \delta F}}$  állandó. Ha értelmezzük ezt az állandót, fontos összefüggéshez jutunk.

## 2.1. Az ejtőernyők alapegyenlete.

Alakítsuk át a  $v_x = \sqrt{\frac{2G}{c_0 \delta F}}$  állandót:

$$c_0 \frac{\delta}{2} F v_x^2 = G.$$

Látjuk, hogy egy egyensúlyi egyenletet kapunk. Ez kimondja, hogy a  $v_x$  süllyedési sebességgel eső ejtőernyős rendszerre ható légellenállás pontosan egyenlő az ejtőernyős rendszer súlyával. A  $v_x$  süllyedési sebességű rendszer tehát egyenletes mozgást végez, mivel a rá ható erők eredője zérus. Mint láttuk, a rendszer sebessége minden határon túl megközelíti ezt a sebességet, ha az idő minden határon túl növekszik. Gyakorlatilag tehát az ejtőernyős rendszer mozgása egy bizonyos idő eltelté után egyenletes mozgásnak tekinthető. Ezt alátámasztja a 2. ábra, ahol láthatjuk a  $v_x = 100 \text{ m/sec}$ ,  $G = 0,7 \text{ kg}$  és  $F = 0,35 \text{ m}^2$  adatú rendszer sebességgörbéjét és azt, hogy a sebesség már 1 sec múlva gyakorlatilag nem különbözik a  $v_x$  állandó süllyedési sebességtől.



2. ábra. Állandó súlyú rendszer sebességgörbéje.

Az előbb felírt egyensúlyi egyenletet az ejtőernyők alapegyenletének nevezzük; segítségével ui. hozzá lehet kezdeni az ejtőernyő méretezéséhez. Ha pl. adva van a súly és a megengedett süllyedési sebesség, kiszámítható az ejtőernyő hasznos felülete. Maskor egy meglévő rendszer esetén a rendszer súlyából és az ejtőernyő hasznos felületéből meg lehet határozni a süllyedési sebességet ( $v_x$ ), sőt az alapegyenlet segítségével egy megadott rendszerre ( $G, F$ ), a  $v_x$  süllyedési sebesség megmérésével kiszámítható a  $c_0$  tényező értéke. A mérés alkalmazásával természetesen vigyázni kell arra, hogy ekkor a rendszer már olyan állapotban legyen, hogy a rendszer sebessége és a  $v_x$  közötti különbséget elhanyagolhassuk. Ilyen mérések eredményeképpen a  $c_0 = 1,1 \sim 1,3$ -nak adódott.

## 2.2. A megtett út az idő függvényében.

A gyakorlatban sok esetben nemcsak arra van szükségünk, hogy a rendszer sebességét ismerjük a földérés pillanatában, hanem arra is szükség lehet (pl. ejtőernyős világító bombák esetében), hogy az ernyő bontása után egy bizonyos ideig (pl. a kiadvás idejéig) mennyit süllyed a rendszer, mennyi a megtett útja. Ezt a sebességfüggvényből egy integrálással kapjuk:

$$\int_0^t ds = \int_0^t v \cdot dt = v_x \int_0^t \operatorname{arth} \left( \frac{g}{v_x} t + \operatorname{arth} \frac{v_0}{v_x} \right) dt.$$

Tehát

$$s = \frac{v_x^2}{g} \ln \frac{\operatorname{sh} \left( \frac{g}{v_x} t + \operatorname{arth} \frac{v_0}{v_x} \right)}{\operatorname{sh} \operatorname{arth} \frac{v_0}{v_x}}.$$

Ez a megtett út pontos értéke. Ennek kiszámítása számítástechnikaiag azonban nehézségekbe ütközik. Amikor ui. nagyobb  $t$  időértékekről van szó, akkor a  $\operatorname{sh} \left( \frac{g}{v_x} t + \operatorname{arth} \frac{v_0}{v_x} \right)$  értékeknek meghatározásához, a Taylor-sorba fejtes alkalmazásával meglehetősen nagy számú tagra van szükség. Eppen ezért célszerűnek látszik egy közelítő eljárás.

## 2.3. Az út kiszámítása közelítő képlettel.

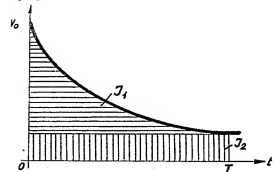
A megtett út, mint tudjuk, geometriailag a sebesség-görbe alatti területet jelenti. Bontsuk ezt a területet két részre,  $I_1$  és  $I_2$  területre a 3. ábra szerint.

Az  $I_2$  terület téglalap, könnyen kiszámítható. Ehhez hozzáadjuk a  $v_x$  görbe, a  $v$  ordinátatengely és a  $v_x$  egyenes körüli végtelenig terjedő  $I_1$  területet, s akkor megkapjuk közelítőleg a megtett útnak megfelelő terület-mértékzámot olyan  $t \approx T$  értékekre, ahol  $v = v_x$ . A ké-

dós most már csak az, hogy ennek a végtelenig terjedő  $I_1$  területnek a mérőszáma nem végtelen-e, azaz kiszámítható-e az

$$I_1 = \int_0^{\infty} \left[ v_0 \operatorname{cth} \left( \frac{g}{v_0} t + \operatorname{arcth} \frac{v_0}{v_0} \right) - v_0 \right] dt \quad (3)$$

improprius integrál.



3. ábra. A sebességgörbe alatti terület.

A megoldást a következőképpen kíséreljük meg. Az integrált így írjuk fel:

$$I_1 = \int_0^{\infty} \left[ t \cdot dv = \lim_{v \rightarrow v_0} \int_v^{v_0} t \cdot dv \right]$$

Mivel pedig a sebességegyenletből  $t = \frac{v_0}{g} \cdot \operatorname{arcth} \frac{v}{v_0} - \frac{v_0}{g} \cdot \operatorname{arcth} \frac{v_0}{v_0}$ ,

tehát

$$I_1 = \lim_{v \rightarrow v_0} \int_v^{v_0} \left[ \frac{v_0}{g} \cdot \operatorname{arcth} \frac{v}{v_0} - \frac{v_0}{g} \cdot \operatorname{arcth} \frac{v_0}{v_0} \right] \cdot dv =$$

$$= \frac{v_0}{g} \int_v^{v_0} \operatorname{arcth} \frac{v}{v_0} \cdot dv = \frac{v_0}{g} \left[ v \cdot \operatorname{arcth} \frac{v}{v_0} + \frac{v_0}{2} \ln \left( 1 - \frac{v^2}{v_0^2} \right) \right]_v^{v_0}$$

Továbbá

$$\frac{v_0}{g} \operatorname{arcth} \frac{v_0}{v_0} = \frac{v_0}{g} \operatorname{arcth} \frac{v_0}{v_0} = \frac{v_0}{g} \operatorname{arcth} \frac{v_0}{v_0}$$

Vagyis

$$I_1 = \lim_{v \rightarrow v_0} \left[ \frac{v_0^2}{2g} \ln \left( 1 - \frac{v^2}{v_0^2} \right) + \frac{v_0}{g} v \operatorname{arcth} \frac{v}{v_0} - \frac{v_0}{g} v_0 \operatorname{arcth} \frac{v_0}{v_0} - \frac{v_0^2}{2g} \ln \left( 1 - \frac{v_0^2}{v_0^2} \right) - \frac{v_0}{g} v_0 \operatorname{arcth} \frac{v_0}{v_0} + \frac{v_0}{g} v_0 \operatorname{arcth} \frac{v_0}{v_0} \right]$$

Egyszerűsítünk és emeljük ki az állandókat a lim jel alól:

$$I_1 = \frac{v_0^2}{2g} \ln \left( 1 - \frac{v^2}{v_0^2} \right) + \lim_{v \rightarrow v_0} \left[ \frac{v_0}{g} v \operatorname{arcth} \frac{v}{v_0} - \frac{v_0^2}{2g} \ln \left( 1 - \frac{v^2}{v_0^2} \right) - \frac{v_0}{g} v_0 \operatorname{arcth} \frac{v_0}{v_0} \right]$$

Visszatérünk, hogy

$$\operatorname{arcth} \frac{v_0}{v_0} = \frac{1}{2} \ln \frac{v_0 + v_0}{v_0 - v_0}$$

és

$$\operatorname{arcth} \frac{v}{v_0} = \frac{1}{2} \ln \frac{v + v_0}{v - v_0}$$

Ezt felhasználva és a határátmenetet elvégezve:

$$I_1 = \frac{v_0}{g} \ln \frac{v_0 + v_0}{2 v_0} \quad (4)$$

Végeredményben tehát megállapíthatjuk, hogy a keresett  $I_1$  improprius integrál létezik és így az állandó súlyú ejtőernyős rendszer megtett útja olyan időértékeken, ahol a sebesség már gyakorlatilag a  $v_0$ -szel vehető egyenlőnek, könnyen számítható:

$$s' = I_1 + v_0 \cdot t \quad (4a)$$

méter, ha a sebességeket m/sec-ban helyettesítjük.

### 3. Az ejtőernyőmozgás változó súlyú rendszer esetén

A súly változását az idővel lineárisan változónak tekintjük. Ez jogos, hiszen a világítóbombák fáklyái többnyire henger vagy hasáb-alakúak és a magasságuk mentén égnek, az égési sebességük pedig gyakorlatilag állandó. Így a súly lineárisan csökken.

Írjuk föl tehát ennek a mozgásnak differenciálegyenletét, a következők figyelembevételével.

A rendszer  $G$  súly két részből tevődik össze, a  $G_1$  változó és a  $G_2$  állandó súlyból, így  $v_1$  kifejezésére is két különböző jellegű egyenletet kapunk, az idővel változó  $v_{11} = \sqrt{\frac{2(G_1 + G_2)}{c \cdot \delta F}}$

és az időben állandó  $v_{12} = \sqrt{\frac{2G_2}{c \cdot \delta F}}$  egyenletet.

A két egyenlet abban a  $t = \tau$  időpontban ad

azonos értéket, amikor az égés, vagyis a súly fogyása befejeződik.

A differenciálegyenlet tehát a következő:

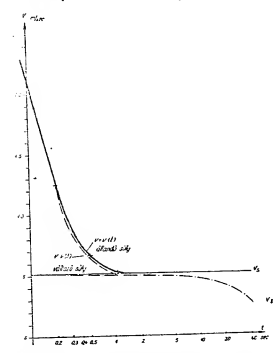
$$\frac{g}{v_0^2(t)} v^2 - g = - \frac{dv}{dt}$$

A változó együttható miatt ezt az egyenletet elemi módszerrel, egyszerű alakban nem tudjuk megoldani, próbáljunk ezért közelítő megoldást keresni.

Azonos kiindulási adatokkal vegyünk fel egy változó és egy állandó súlyú rendszert. Rajzoljuk meg mindkettő sebesség-örvényét. Az állandó súlyúnál ez nem nehéz, a változó súlyú rendszer esetén pedig úgy végezzük el a számításokat, hogy bizonyos időpillanatokban kiszámítsuk a fogyó súly nagyságát, azt állandónak tekintjük és így egyes pontokban meghatározzuk a  $v_0$ , majd pedig a  $v$  sebességet. Ábrázoljuk ezeket logaritmikus időléptékben (4. ábra).

Ezután a változó és az állandó súlyú rendszer sebessége közti különbséget is ábrázoljuk (5. ábra).

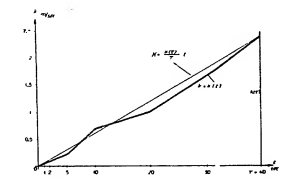
Az 5. ábráról láthatjuk, hogy ha ezt a különbséget megközelítjük, egyenest kapunk, melynek egyenlete:  $K = \frac{k(r)}{\tau} \cdot t$ , ahol  $\tau$  a



4. ábra. Állandó és változó súlyú rendszer sebesség-örvénye.

kialvás ideje. Vagyis a változó súlyú rendszer sebességét az azonos kezdőadatú állandó súlyú rendszer sebességéből a különbséget kivonva nyerjük:

$$v_0 = v_0 - \frac{k(r)}{\tau} \cdot t$$



5. ábra. Az állandó súlyú és a változó súlyú rendszer sebessége közti különbség.

A  $k(r)$ , vagyis a  $\tau$  helyen a  $v_0 - v_0$  különbség gyakorlatilag nem más, mint a két rendszer süllyedési sebességének különbsége, vagyis  $v_{12} - v_{11}$ . Az állandó súlyú rendszer viszont a változó súlyú rendszerrel a  $t = 0$  pillanatban azonos, ezért  $k(r) = v_{11,0} - v_{12,0}$ .

Tehát a változó súlyú rendszer sebessége közelítőleg:

$$v_0 = v_{11,0} \operatorname{cth} \left( \frac{g}{v_{11,0}} t + \operatorname{arcth} \frac{v_0}{v_{11,0}} \right) - \frac{v_{11,0} - v_{12,0}}{\tau} \cdot t \quad (5)$$

Ebből a gyorsulás (ill lassulás):

$$a_0 = \frac{dv}{dt} = - \frac{g}{v_{11,0}^2} \left[ \frac{g}{v_{11,0}} t + \operatorname{arcth} \frac{v_0}{v_{11,0}} \right] - \frac{v_{11,0} - v_{12,0}}{\tau}$$

Ez azt jelenti, hogy a lassulás nagyobb, vagyis a sebesség gyorsabban csökken, mint az állandó súlyú rendszer esetében.

Most még a megtett utat kell meghatároznunk. Egyszerű, hiszen csak a sebesség második tagját kell integrálnunk.

Igy az új pontos kifejezése:

$$s_0 = \frac{v_{1,0}^2}{g} \cdot \ln \frac{\operatorname{sh} \left( \frac{g}{v_{1,0}} \cdot t + \operatorname{arctg} \frac{v_0}{v_{1,0}} \right)}{\operatorname{sh} \operatorname{arctg} \frac{v_0}{v_{1,0}}} - \frac{v_{1,0}^2 - v_0^2}{g} \cdot \frac{t^2}{2}$$

és a közelítő képlet:

$$s_0' = \frac{v_{1,0}^2}{g} \cdot \ln \frac{v_0 + v_{1,0}}{2 v_{1,0}} + v_{1,0} \cdot t - \frac{v_{1,0}^2 - v_0^2}{g} \cdot \frac{t^2}{2}$$

Ezzel a változó súlyú rendszer mozgásjellemzőit megállapítottuk.

#### 4. A felhajtó erő hatása

Az ejtőernyős rendszerre ható erőket eddig csak a  $G$  súlyerőt és az  $E$  légellenállást vettük, részben a számítások áttekinthetőbbé tétele érdekében, részben pedig azért, mert állandó súlyú rendszer a valóságban is létezik. A változó súlyú rendszer súlyja azonban égés, mégpedig elég nagy hőmérsékletű égés következtében csökken. A rendszerre ható erőket amiatt változás lesz. A felvett erőknél kívül ugyanis még két hat:

a. a világító csillagból kiáramló, nagy hőmérsékletű égéstermék felfele irányuló tolobatása.

b. a csillag mellett felmelegedő levegőnek az ejtőernyőt emelő hatása.

Ez a két erő a súlyerő ellenében hat, és nagyságuk a  $t=0$  időpillanatban zérus. Időbeli folyásukat nem ismerjük, tehát közelítést kell alkalmaznunk. A két erőt nem választjuk el egymástól és eredőjük közepértékét vesszük számításba, vagyis a felhajtó erőt időben állandónak tekintjük az égés tartama  $(0 \leq t \leq \tau)$  alatt.

Ha a felhajtóerő  $T_1$ , akkor a rendszer  $G_2$  súlyához viszonyítva, a megoldásban két különböző eset lehetséges.

I.  $G_2 > T_1$ .

A mozgásegyenlet (első közelítésben álló súlyt feltételezve):

$$\frac{G_2}{g} \delta F - G + T_1 = - \frac{G}{g} \frac{dv}{dt} \quad (6)$$

Átalakítás után:

$$\frac{G_2}{2G} \delta F - g \left( 1 - \frac{T_1}{G} \right) = - \frac{dv}{dt}$$

Ha bevezetjük a  $v_1$ -nek a 2. fejezetben alkalmazott jelölését és a következő jelölést:

$$a = v_1 \sqrt{1 - \frac{T_1}{G}}$$

akkor az egyenlet a következőképpen alakul:

$$\frac{G_2}{v_1^2} (a^2 - a^2) = - \frac{dv}{dt}$$

Ez az (1) egyenlet megoldása szerint megoldható és a megoldás is a (2) egyenlethez lesz hasonló:

$$v = a \cdot \operatorname{ctg} \left( \frac{g}{v_1^2} \cdot t + \operatorname{arctg} \frac{v_0}{v_1} \right)$$

vagyis a rendszer sebessége az  $a$  állandó sebességhez közeledik minden határon túl, ha

Az  $I_1$  integrál a (3) egyenletben megadott-hoz hasonló alakú:

$$I_1 = \lim_{t \rightarrow 0} \frac{v_1^2}{g \cdot a} \left( \int_0^t \operatorname{arctg} \frac{a}{v} dv - \operatorname{arctg} \frac{v_0}{v_1} \right) = \frac{v_1^2}{g} \ln \frac{v_0 + a}{2a}$$

Most rátérve a végleges alakra, a változó súlyú rendszerben és felvéve a következő helyettesítéseket:

$$a_{1,0} = v_{1,0} \sqrt{1 - \frac{T_1}{G_1 + G_2}} \quad \text{és} \quad a_2 = v_{1,0} \sqrt{1 - \frac{T_1}{G_2}}$$

a rendszer sebessége:

$$v = a_{1,0} \operatorname{ctg} \left( \frac{g}{v_{1,0}^2} \cdot t + \operatorname{arctg} \frac{v_0}{v_{1,0}} \right) - \frac{a_{1,0}^2 - a_2^2}{g} \quad (7)$$

A rendszer útja pedig a közelítő képlettel:

$$s' = \frac{v_{1,0}^2}{g} \cdot \ln \frac{v_0 + a_{1,0}}{2a_{1,0}} + a_{1,0} \cdot t - \frac{a_{1,0}^2 - a_2^2}{g} \cdot \frac{t^2}{2} \quad (8)$$

II.  $G_2 < T_1$ .

Ebben az esetben az égés végén a rendszer felfele mozog. Ekkor az ejtőernyős légellenállástényezője megváltozik,  $c_x$  lesz. Most felírva a rendszer mozgásegyenletét állandó súlyú rendszerre, a felfele ható erőket tekintve pozitívnak és mindjárt elvégezve a (6) egyenlet utánihoz hasonló átalakításokat, a következő egyenletre jutunk:

$$\frac{G}{v_1^2} (c_x^2 - a^2) = - \frac{dv}{dt}$$

ahol  $c_x^2 = \left| \frac{2G}{c_x \delta F} \right|$  és  $a' = v_1 \sqrt{1 - \frac{T_1}{G}}$  — I felfelé irányuló sebességeket jelentenek.

A differenciálegyenlet megoldása megint azonos az (1) egyenletével, így ezt nem is részletezzük tovább, mindjárt áttérünk a változó súlyú rendszerre, ahol

$$v_{1,0} = \sqrt{\frac{2(G_1 + G_2)}{c_x \delta F}} \quad \text{és} \quad a_{1,0} = v_{1,0} \sqrt{1 - \frac{T_1}{G_1 + G_2}}$$

visszat az előző ponthoz képest  $v_{1,0}$  helyett  $-v_1$  és  $a_2$  helyett  $-a'$  szerepel, így a változó súlyú rendszer sebessége:

$$v = a_{1,0} \operatorname{ctg} \left( \frac{g}{v_{1,0}^2} \cdot t + \operatorname{arctg} \frac{v_0}{a_{1,0}} \right) - \frac{a_{1,0}^2 + a'^2}{g} \cdot t \quad (9)$$

lesz, a rendszer által megtett út pedig a következő formulával fejezhető ki:

$$s' = \frac{v_{1,0}^2}{g} \cdot \ln \frac{v_0 + a_{1,0}}{2a_{1,0}} + a_{1,0} \cdot t - \frac{a_{1,0}^2 + a'^2}{g} \cdot \frac{t^2}{2} \quad (10)$$

A  $T_1$  erő kísérleti meghatározása után tehát a (7) és (8), illetve (9) és (10) egyenletek közvetlenül felhasználhatók számításra a  $0 \leq t \leq \tau$  intervallumban.

#### 5. Az ejtőernyőre ható erők

Mint már vizsgálódásaink elején megállapítottuk, az ejtőernyős rendszer a súlyerő és a légellenállás ereje, illetve ezek eredője, a lassító erő terhel. (A felhajtó erőt elhagytuk.) A lassító erő pedig Newton II. törvénye alapján:

$$P_L = m \cdot a = - \frac{G}{g}$$

Állandó súlyú rendszer esetén tehát:

$$P_L = - \frac{G}{\operatorname{sh}^2 \left( \frac{g}{v_1} \cdot t + \operatorname{arctg} \frac{v_0}{v_1} \right)}$$

Változó súlyú rendszer esetén pedig:

$$P_L = - \frac{G}{\operatorname{sh}^2 \left( \frac{g}{v_{1,0}} \cdot t + \operatorname{arctg} \frac{v_0}{v_{1,0}} \right)} - \frac{G_2 \cdot v_{1,0} - v_0^2}{g} \cdot \frac{t}{v_{1,0}}$$

ahol  $G_2 = G_1 + G_2$ .

A mértezéséhez ennek az erőnek maximális értékére van szükségünk. A vizsgált  $0 \leq t \leq \infty$

intervallumban lokális szélsőérték csak, vagyis csak a vizsgált tartomány valamelyik szélén lehet maximum és minimum. A kérdés megoldása egyszerű:  $t$  növekedésével  $\operatorname{sh}^2 \frac{g}{v_1} t$  —

$\operatorname{arctg} \frac{v_0}{v_1}$  értéke nő, négyzete még gyorsabban nő, viszont ez a nevezőben van, vagyis  $t$  növekedésével az erő rohamosan csökken, maximuma tehát a  $t=0$  helyen van. Eppen ezért lehet a felhajtó erőt figyelmen kívül hagyni, mert annak értéke 0 helyen zérus.

Az erők számbajövő értéke tehát (a negatív előjelet, amely azt jelenti csupán, hogy az erő lassító, elhagytuk):

a) állandó súlyú rendszer esetén

$$P_L = - \frac{G}{\operatorname{sh}^2 \operatorname{arctg} \frac{v_0}{v_1}} \quad (11)$$

b) változó súlyú rendszer esetén pedig

$$P_L = - \frac{G}{\operatorname{sh}^2 \operatorname{arctg} \frac{v_0}{v_{1,0}}} - \frac{G_2 \cdot v_{1,0} - v_0^2}{g} \cdot \frac{1}{v_{1,0}} \quad (12)$$

Ez az erő a rendszert hátrára vonó igénybe, ez szerint kell méretezni az ernyő közelítő és kioldóját. Most még tisztáznunk kell azt a kérdést, hogy a mértezéskor az ilyen erők esetén milyen biztonságot kell alkalmaznunk.

A számításokat a kiindulási feltételek alapján végeztük. Feltételeztük a bevezetésben (II.), hogy a bontás alkalmával az ernyő teljes felülete rögtön fekszik. A valóságban a helyzet azonban az, hogy az ernyő fokozatosan nyílik ki, és a nem egészen kinyílt ernyő is fekszik. Ennek felülete azonban kisebb, mint a teljesen kinyílt ernyőé, a teljes kibomlás pillanatában viszont a sebesség — éppen az előző fejezés miatt — lesz kisebb, mint  $v_0$ , a valóságban tehát nem lép fel akkor a  $v_0$  mint az előző számítások. A nem embert szállító ejtőernyők mértezésénél, tehát azt vehetjük alapul, hogy az így számított  $P_L$  erővel közel a szaktőltekintés terhelhetjük az alkatrészeket. A gyakorlat azt mutatja, hogy ekkor a kellő biztonság még meglesz.

Végül fogadjuk meg a gyakorlati számításokhoz felhasználható képleteket:

a) állandó súlyú rendszer esetében: (3), (4), (5) és (11) egyenlet.

b) változó súlyú (változó) rendszerénél: (7), (8), (9), (10) és a (12) egyenlet.

Irodalom

- (1) Murtyanovskij Adam: Kinematika Egyet. jegyzet. Budapest (1940).
- (2) Berman: Matematikai analízis I. Budapest (1954).

## Úszó hadihidak fejlődése és a további fejlődés távlatai

### 1. Történelmi áttekintés

Vízi akadályok a hadműveletek során elkerülhetetlenül jelentkeznek. Az átkelőhelyek létesítése különös jelentőséggel ezek leküzdésén és a gyors áthaladás biztosítása szempontjából. A hadseregek és hadtechnikájuk fejlődésével rohamosan fejlődtek az átélés biztosítására szolgáló eszközök is. Már két és félszáz évvel ezelőtt is voltak olyan törekvések, hogy a harcoló egységeket a víziakadályok áthaladására szolgáló eszközökkel lássák el.

Igy pl. az időszámításunk előtti VIII. században az asszírknak olyan könnyű, összehajtható csónakjaink voltak, amelyeket átkelőként a hídak úszó állataiként használtak. A csónakokat szöcskésdől állapothoz máhíddá alakították.

A görög-perzsa háborúban (i. e. 480) I. Xerxes király a Bosporuszon — Hérodotos leírása szerint — 3 db úszóhidat vezetett. Az egyik 360 db, a másik 314 db 50 evőszék, 3 soros fengeri hajóra épült. A híd pályaszerkezetének megépítése nagyon nehéz volt: a hajókat igen vastag kötelekkel kötötték össze és ezekre ke-hozsárrányú pallókat vastag dőnőli főtölveggel borították.

Ezeken farosok szerint Nagy Sándor és Julius Caesar hadseregeinek is voltak levegővel felújtható, különleges, körtől és főtől készült szöcskésdől csónakjaink, amelyeket úszóhidak és kompok állataiként használtak. Az úszóhidakat követ megmakot fűzőkossavakkal horogozták ki.

A római feudalizmus időszakában az úszóhidak fejlődésében törek a, mivel ebben az időben nem voltak állandó hadseregek és hosszú hadjáratok.

Az új és nehéz harcsmódozók megjelenése ismét újul-tatásos tette az előregyártott, „szabványos” átélésdől és hídépítési anyagok alkalmazását. Az akkorban készült átélésdől csónakok a régi görög és római hadseregekben használtak hídaknál tökéletesebbek, de egyben nehe-zebbek is voltak. Mivel rendszerint hatos fogótölésű, litársára szolgáltak, a túszesgő felvezetéséhez tartoztak.

Az első ún. pontonokra épített híd a XVII. század elején, a harminces háború idején Hollandiában je-lent meg. A ponton vaslemezrel borított favázas hajó-szerkezet volt. Súlya 350 kg, teherbírása 2,5 t. A híd főtölőit 19x10 cm keresztmetszettel és kb. 3 m hosszú pállóköllel állt. A hídnyagot hatos fogótölésű, különleges járművekkel szállították. A jármű súlyát fel-műltéve mintegy 1700 kg volt.

Az első hollandi úszó hadhíd-típus kisebb-nagyobb módosításai körműve valamennyi számtalan európai ország hadserege átvette.

Harmonosan kidorult azonban, hogy az alkalmazott pontonok teherbírásukban, kisebb, alkalmazhatók ideben fokozatosan növekedni kellett a pontonok méreteit nehezebbé tenni a szállítás és átélésdől csökkent a had-seregek mozgékonyasága.

A túszesgő és átélőidő szerinti katonai elődől, idén egyértelmű köztéve teherbírási pontonhíd-készlet

vált szükségessé Franciaországban pl. 1772-ben más-kétféle pontonhíd-készletet használtak: külön hídakat a tábori túszesgő és külön hídakat az ostromtúszesgő át-kelésekhez. A két híd közötti különbség jól mutatja a pontonok méreteinek és teherbírásának összehason-lílása. A könnyű ponton hossza 5,7 m, szélessége 1,3 m, magassága 0,75 m, súlya 600 kg, és teherbírása 3 t, a nehéz ponton hossza 11,25 m, szélessége 3,1 m, magas-sága 1 m, súlya 1,5 t és teherbírása 9 t volt.

A további fejlődés főleg új pontontípusok kialakítá-sában mutatkozott meg. Az osztrákok az addigi vas-borítású pontonoknál a rézbortólalattól törték át. 1799-ben Oroszországban először jelent meg a vitóla-váson borítású favázas ponton. E ponton teherbírása 3,2 t, súlya pedig 300 kg volt. A vitóla-vásonnal borí-tott pontonokból épített híd általában megfelel az akkori követelményeknek. Könnyű egyébként, gyors építhetősége kielégítette azokat az igényeket, ame-lyeket a napoleoni idők harcászata a műszaki csupa-tokkal szemben támasztott. Egyetlen átszöveztető háj-rányú kis teherbírási jelentette.

A pontonhídak fejlődésében valódos forradalmat jelentett Buzogányi Károly osztrák utazásnapján 1827-ben felállított és 1848-ban rendszeresített új hídútja. A híd úszóegységeit két alprvédő vonásra adja: a pontonok re-zekekre való bonítás, valamint a szöcskésdől előregyár-tott bakok bevezetése.

A pontonok részekre osztása által egyszerűen cölke-nem lehetett az elemek egyébként és méreteit, így egyszerűbbé vált a szállítás, másképp jelentős mérték-ben lehetett a teherbírást növelni. Az előregyártott, szöcskésdől bakok a parti hídvezeték beépítését idegő-tőlük ki, a parti hídvezeték vízszintű alkalmazását több-nyire sok időt igénylő előépítéssel vagy talpfas bakok átállását meg.

A Buzogányi pontonrészekből (ponton ort-rész és ponton közbélyes) 2, III, 3 részes pontonokat állítottak össze. Az ort-rész hossza 4,2 m, a közbélyes 3,4 m, szélesség egyébként 1,85 m, a magasság 0,75 m volt. Egy-egy pontonra 300 kg-ot nyomott teherbírási pe-dig 2,5 t-ét ért el. Az építési hídútján legnagyobb teher-bírása 9 t. A Buzogányi pontonok acélalatt az első vilá-g-háború végéig hídvezeték rendszeresített, anyag-márta. Magyarországon még a harminces évek végén is használták.

Az első világháború után minden régebbi hídútján a hadtechnika fejlődése, a nagyvárú gépesítés, nem-különböző új, nagyvárú hadianyagok megjelenése folytán korszerű hadsereg nagymérvő mozgékonyasá-gát és a korszerű hadsereg nagymérvő mozgékonyasá-gát.

Ebben az időben versenyt kezdődött az úszó hadi-hídak teherbírási és a hadjáratok hídvezeték, harcászati és a túszesgő súlya között; mindenütt új típusok kial-kításával kísértek.

1933-ban Magyarországon is elkezdett egy új típus 37 m. hídútján a szerkezeti és könnyű gépesítés, nem-különböző új, nagyvárú hadianyagok megjelenése folytán korszerű hadsereg nagymérvő mozgékonyasá-gát és a korszerű hadsereg nagymérvő mozgékonyasá-gát. Felmerült fém főtölők használatát tekintetében szöcsk-szerű előregyártott elemek teherbírási és a túszesgő súlya között; mindenütt új típusok kial-kításával kísértek.

A korszerű úszóhidak a két világháború között a Szovjetunió hadseregfejlesztési tervében is előtérbe került. A Nagy Honvédő Háború alatt készült el az akkori idők egyik legkorszerűbb típusa, az NZP—híd-készlet.

Ez a hídútján hiánytalanul eleget tett a mo-dern harcászati támasztotta legnehezebb követel-ményeknek is. A híd-készlet anyagából, ún. híd-cöllepből különböző típusú és teherbírási hídak építhetők. Nemcsak a hídnyag szállítást, fel- és leemelését gépesítették, hanem emellett építésének egyes ütemeit is. Teherbírást 9–40 tonnájig lehet változtatni. A pályaszerkezet ki-veletével az egész készlet nagyszállárdságú acél-ból készült, ez a körülmény lehetővé tette az egységalkotók csökkentését. A híd különböző típusainak sztatikai rendszerben építtek. E ren-dszer jelentős előnye, hogy a nagyszálú jármű-vek áthaladása töresmentes, és így az áthaladás sebessége növekedett. Az újabb pontonhídak kö-zül ez az első típus, amelynek kétpályás válto-zata is van, ilyen módon egyidejűleg kétirányú forgalom lebonyolítása lehetséges.

Az NZP—híd-készlet úszóalkazatai 2 vagy 3 ponton-részből állíthatók össze. A nyitott ponton-ort-részek hossza 5,32 m, a közbélyeseké 5,46 m. A szélesség mindkét ponton-résznél 2,20 m, a magasság pedig 1,05 m. A pontonrészek teher-bírása 11 t, súlyuk kevesebb 1 t. A híd főtölőit különleges, 30 cm magas, 6,5 m hosszú U-szel-vények. A pályaszerkezet 7,5 cm vastag, 4 m hosszú és 40 cm széles fapallóköllel készült. A parti csatlakozásra változtatható magasságú bakok szolgálnak. A hídnyagot egy a célra berendezett különleges gépkocsikkal szállítják.

A nehézségű anyagok gépkocsikról való leemléltatása, illetve azokra történő felmá-házása gépesítve van. Így pl. az 1 t súlyú pon-ton-gépkocsira rakását 2 ember el tudja végezni. Az első teljesen alumínium úszóhid (PHIO) a második világháború után Magyarországon készült. Bár kétségteletlenül vannak e típusnak igen kedvező tulajdonságai, ennek ellenére még-sen vált be. Az alumínium úszóhid nagy előnye, számos részlet igen korszerű megoldá-sán kívül, az egyes alkatrészek rendkívül kis súlya, egyrészt — a kapcsolódóelemeket tá-mazati gazdaságos kialakításában szabad kez-deshettek volna. Ugyancsak bizonyos mértékben elavultnak mondható a híd felcukolás sztatikai rendszere is.

Az úszó hadihidak történetében a legutóbbi

évek ismét fordulatot hoztak. Az átkelő jármű-vek súlyának hatalmas iramú fejlődése még inkább előtérbe állította a gazdaságosság kér-dését. Fő követelmény: a nagy teherbírási és minél kisebb egységalkotó híd (azaz a híd foly-almérsúlya minél kisebb legyen). Ez az igény megköveteli a híd-cöllepek legvégsőig való ki-használását. A tervezőknek emellett a híd-cöllepekben arra kellett törekedniük, hogy az áthaladó járművek súlyának növekedésével a pon-tonok súlya csak kevéssé növekedjék. Ezt vi-szonylag a leggyorsabban azáltal lehet elérni, ha a pontonok vízbemérülését a teher alatt a maximumig megengedjük. A maximális vízbem-erülés vízszint főként sebességi folyókon, vagy erősebb hullámzás alkalmával, azaz a veszélyes jár, hogy a víz a pontonokba becsapva, az egész híd elcsúszását okozhatja.

E megfontolások alapján az utóbbi évek híd-konstruktói csaknem kizárólag felülől is zárt pontontípusokat használnak. A zárt pontonok előnye még az is, hogy vízreborításukhoz nincs szükség olyan nagymérvő elővezetőre, mint nyitott pontonok esetében. Pl. a legkor-szerűbb hídaknál a pontonokat a szállító gép-kocsikról az elcsúszás veszélye nélkül nagy sebességgel közvetlenül a vízre lehet „lődtetni”.

A magyar nehéz híd (NPO) már e szempon-tok figyelembevételével készült. E típus úszó-alkazatai is 2, illetve 3 zárt ponton-részből állíthatók össze. A híd főtölőit 30 cm magas U acél-gerendák. A pontonok és a főtölők méretei-nek szerencsés megválasztása folytán a híd igen gazdaságosnak mondható. Teherbírása max. 75 t, de építhető 16, 40 és 60 t-s alak is.

A legkorszerűbb szorított nehéz hídútján is a magyar NPO hídak körülbelül egyértelmű alakult ki. Rendszeres és elvi felépítése mer-fel a legmodernebb tervezési elveknek. A fej-let gyártástechnika bevetésével sikerült vi-szonylag kis súlyú pontonokat és tartóelemeket konstruálni. Ezzel a minimumra lehetett a rend-kiváló nagy teherbírási híd egységalkotó le-szortítani.

### 2. Úszó hadihidak tervezésének szempontjai

A történelmi áttekintés után foglalkozunk a további fejlődés irányával. Mindenekelőtt vizs-gáljuk meg, hogy milyen követelményeket tá-mazati a korszerű hadseregek az úszó hadihidak-kal szemben:

a) Kétféle ilyen hídútján szükséges: az egyik, a nehéz típus biztosítja a hadsereg bármilyen súlyú szárazföldi járműveinek részre a partváltást, a másik, a könnyű típus, a hadosztályok anyagának átszállítására alkalmas.

b) A híd legyen a helyszínen a leggyorsabb időn belül össze- és szétzerelhető. Ezért a szerkezeti elemek könnyűek és kölcsönös



ZÁMORI ZOLTÁN  
MERNOK-FRDGY.

## Dekadikus számlálócsövek és alkalmazásai

### 1. Bevezetés

Az utóbbi évtizedben egy sereg elektronikus számlálókört dolgoztak ki, s egyben felhasználási területeket is igen nagymértékben kibővítettek. E számlálókörök alapfeladata, hogy az érkező elektronos impulzusokat megszámlálják. Kezdetben a számlálóköröket főleg atomfizikai mérőeszközekben alkalmazták; itten egy mérőművelten áthaladó radioaktív részecskék számát határozták meg segítségével. Ma már e köröket a mérés technika más ágában is széleskörűen használják, így többek között a haditechnika területén is pontos frekvencia-, fordulatszám-, idő- és sebességmérés céljaira. A számlálókörök ugyancsak nélkülözhetetlen alapelemei a különböző elektronikus számológépeknek is.

Az elektronikus számlálókörök első típusa az úgynevezett kezes lemezűs (cezi) volt (1). Ezek a számláló kezes számszerzőben végeztek, de később a lemezűs megkönnyítéssé átalakították megfelfedező vizsgálatok alkalmasságával. Tíz számrendszerű, úgynevezett dekadikus számlálócsöveket is. Ezekben a számlálási körökben a kezes lemezűs impulzusok számát a különböző számjegyek alatt kijelölt kis kódfénylámpák jelzik.

Ezek a tízes számrendszerben dolgozó ún. lemezűs kapcsolások általánosan elterjedtek és ezért idővel szinte önként kihalnak. A kérdés, hogy nem volna-e célszerű ezeket a kezes lemezűs és nagyarányú elektronos impulzusok kapcsolatait egyetlen, speciálisan erre a célra szerkesztett elektroncsővel pótolni. A probléma a negyvenes évek végén ért meg, s megoldásában hazai érdemek is vannak, ut. az egyik első működési elvet Simonyi Károly adta meg (2). Az 1953–1954. években egymástán jelentek meg a világban a különböző elven működő dekadikus számlálócsövek. Ezek mindegyikével itt nem foglalkozunk, csak a közülük legjobban bevált EIT típusú, úgynevezett dekadroncsövet és annak alkalmazási területeit ismertetjük.

### 2. A dekadroncső működési elve

Az EIT típusú dekadroncső tulajdonképpen kis speciális katódcső. Fényképe az 1. ábrán látható. A cső anódja elé egy 10 részes elválasztó elektroda van szerelve ( $G_1$ ), amely a számszerző akkumulált elektronnyalábát a cső pádáján lévő fluoreszcens ernyő tiz meghatározott helyére engedi csúszni. Az anódról az eltérőlemezre vezetett negatív visszacsatolás lehetővé teszi, hogy az elektroncsövet e tiz hely valamelyikén stabil módon rögzítsük. Az elekt-

ronsugarat egyik stabil helyzetéből a következőbe az egyik eltérő lemezre alkalmazott speciális alakú impulzusai vihetjük át, így a sugár végző helyéről lehet a csőre érkező impulzusok számát megítélni.



1. ábra.

A leírt rövid működési elvet részleteiben a következőképpen érthetjük meg: Nézzük a 2. ábrán lévő elektroda elrendezését, ahol S jelöli a katódugárcső elektronnyalábát,  $D_1$  és  $D_2$  az eltérő lemezeket vagy deflektorokat,  $A_2$  pedig az anódot.

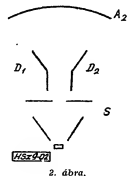
Kapcsoljunk a  $D_1$  elektródára valamely stabil feszültséget, pl. az EIT csövek esetében 155 V-ot, s változtassuk a  $D_2$  elektródá feszültségét 155 V körülvé. Az  $I_A = f(V_{D2})$  függvény egy vízszintes egyenes lesz, ut. a sugáryaláb bármely helyen éri is az anódot, ez az egész sugárcsövet össze fogja gyűjteni. (3. ábra.)

A cső anódját  $R_a$  ellenálláson keresztül kössük az  $E_r$  tápfeszültségre. Ez a feszültség az EIT csövek esetében 300 V. A 3. ábrán látható karakterisztikák  $P$  metszéspontjából meghatározhatjuk az előálló anód feszültséget. Ha ezt az anód feszültséget visszacsatolásként a  $D_2$  deflektorra vezetjük, akkor ezzel a kapcsolással rögzí-

Zámori: Dekadikus számlálócsövek

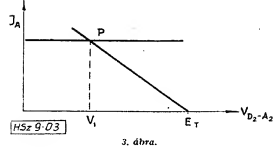
31

zíteni tudjuk a sugárfolt helyét az anódlampon. Így adott  $E_r$  és  $R_a$  érték esetében a sugárfoltnak egyetlen stabil pontja van az ernyőn.



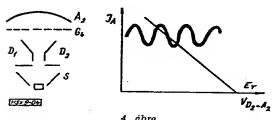
2. ábra.

Az  $I_A = f(V_{D2})$  karakterisztika formálásával, nevezetesen hullámossá tételével több metszéspontot és így több stabil pontot is elérhetünk az ernyőn. Mivel a tízes számrendszerben aka-



3. ábra.

runk dolgozni, ezért a fényfoltnak az ernyőn tiz stabil helyzetet kell adnunk. Ezt elérhetjük olyképpen, hogy az  $A_2$  anódlampon elé egy  $G_1$  elektródát helyezünk el. Erre az elektródára tiz rést vágunk, és ezáltal a 4. ábrán lévő karakterisztikát nyerjük.

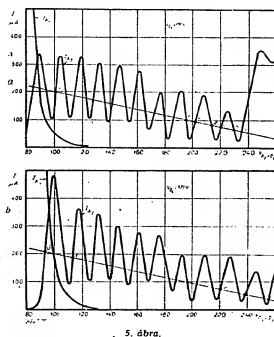


4. ábra.

Látjuk azonban, hogy ez az  $I_A = f(V_{D2})$  karakterisztika hiába hullámos, a tiz metszéspontot mégsem tudtuk vele elérni. Ezzel a hullámos karakterisztikát végig rá kellene fektetni

az anódlampon, de a sugárfolt helyét az anódlampon el lehet érni, hogy a  $G_1$  elektródá jobb-alsó részét egy elektródával folyamatosan le-áramnykoljuk, oly módon, hogy az anódlampon érkező sugárcsövet átlagos értéke a jobboldali sugárcsövet kisebb legyen. Egy ilyen, ténylegesen az EIT csőről felvett karakterisztikát láthatunk az 5/a. ábrán.

Az ábrán feltüntetett anódlampon értéke 1 MΩ. Az  $I_{A1}$  görbe az  $A_1$  segédanód karakteris-



5. ábra.

terisztikáját ábrázolja, erről a későbbiek során lesz szó. Az 5/a. ábrából láthatjuk, hogy az anódlamponnak 21 metszéspontja van a számlálócső karakterisztikájával. Ezek közül 11 pont: a, c, e, ..., t, u, stabil, az ernyőn a 0, 1, 2, ..., 9 számjegyek és a visszaállási pontnak felelnek meg, 10 pont: b, d, f, ... pedig metastabil.

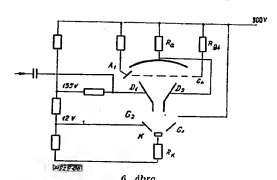
Nézzük először a stabil pontok magyarázatát. Az elektroncső tizén ki valamilyen okból stabil helyzetéből balra vagy jobbra. Ez megfelelően egy kisebb vagy nagyobb anódáramot fog eredményezni, az anódáram változása pedig a jobboldali eltérő lemez ( $D_2$ ) feszültségének növekedésére vagy csökkenésére vezet. Mindezt esetben tehát ez ellene hat a stabil helyzetből való kis elmozdulásnak, a fényfolt ennélfogva mindig a stabil helyzetek valamelyikébe áll be. Hasonlóan részletezhető a metastabil pontok szerepe is, ahol az elektroncső nem tud stabilan megmaradni.



Kapcsoljuk a számlálócsövet a 6. ábrának megfelelő módon. Megjegyezzük, hogy a cső működéséhez a 0,3 V fűtésen kívül egyetlen 300 V tápfeszültség szükséges csupán, az utóból a  $D_1$  és  $G_1$  elektródák feszültségét egy potenciómterrel vesszük el.

Tegyük fel, hogy a bekapcsolás után a sugár a 0 számjegyen áll, megfelelően az 5/a. ábra a pontjának. Ha most egy 15 V-os pozitív feszültségugrást viszunk a  $D_1$  lemezre, a sugár ki fog térni balra az 1-es számjegy felé, anélkül, hogy az összekötött  $A_2-D_2$  elektródák potenciálja lényegesen megváltozna. Erre az esetre a cső karakterisztikáját az 5/b. ábrán látjuk. A cső most a  $c'$  munkaponton fog állni és ennek megfelelően a sugár mindaddig az 1-es számjegyen lesz, amíg a  $D_1$  feszültsége a 170 V-os potenciálon marad. Ha a feszültséget  $D_1$ -en hirtelen lekapcsoljuk 155 V-ra, a sugár az  $a$  munkapontnak megfelelően visszamegy a 0 helyzetbe. Ebből látható, hogy négyzetes impulzussal nem lehet a sugarat egy új stabil helyzetbe véglegesen átugrasztani.

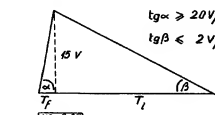
A cső csak akkor fog számolni, ha a 7. ábrának megfelelően egy háromszög alakú impulzust vezetünk a  $D_1$  deflektornak. Az impulzus feltűnő oldalának olyan gyorsnak kell lennie, hogy a sugár átugorjék a legközelebbi stabil helyzetbe, és az anód szert kapocsán majdnem állandó potenciálon maradjon, mindaddig, amíg az impulzus nem fog megjelenni.



6. ábra.

pulzusnak ez a része tart. A cső így átkapcsol pillanatnyilag az 5/a. ábrán feltüntetett karakterisztikáról az 5/b. ábrán láthatóra. A  $D_1$ -re vezetett impulzus lefutó oldalának viszont olyan lassúnak kell lennie, hogy a sugár egészen az 1-es számjegynek megfelelő új stabil helyzetbe maradjon, amíg a  $D_1$  potenciálja eredeti értékére tér vissza. Az impulzus e része alatt  $A_2$  és  $D_2$  feszültség kb. 15 V-al esik, ugyanolyan dt-tel, mint ahogyan a  $D_1$  elektróda feszültsége csökken. A szert kapacitás normális huzalozás mellett olyan, hogy az impulzus feltűnő oldalának emelkedése gyorsabb, mint 20 V/ $\mu$ sec, lefutó oldalának esése pedig lassabb, mint 2 V/ $\mu$ sec.

A  $D_1$ -re kerülő impulzusok amplitúdójának nem szükséges pontosan egyenlőnek lennie az 5/a. ábrán lévő  $a$  és  $c$  pontok közötti feszültségkülönbséggel. A lényeges feltétel az csupán, hogy az impulzusok amplitúdója meghaladja az  $a$  és  $b$  pontok közötti feszültséget.



7. ábra.

ségkülönbséget, és kisebb legyen az  $a$  és  $d$  pontok közötti feszültségkülönbségnél.

A 9-es számjegy az 5/a. ábrán a  $t$  munkapontnak felel meg. Ha beérkezik a tizedik impulzus, a sugár tovább ugrik balra és rásik az  $A_1$  visszafűtő anódra, majd az  $u$ -val jelzett stabil munkapontnak igyekszik megmaradni. Ekkor azonban — ha az  $A_1$  elektródát egy  $R_1$  ellenálláson kötöttük a 300 V-os tápfeszültségre, — az  $A_1$  anódon egy negatív impulzus fog megjelenni.

Ezt az impulzust arra lehet felhasználni, hogy a sugarat a 0 számjegyre ugrassuk vissza és a következő dekád számára egy vezérlőjelet állítsunk elő. A legegyszerűbb módszer a sugár 0-ra való visszaállítására az, hogy egy megfelelő időtartamú negatív impulzust gerjesztünk az  $A_1$ -en megfelelő triggerrel és ezáltal a  $G_1$  elektródán keresztül lezárjuk az elektronsugarat. Ekkor az  $A_2$  potenciálja a tápfeszültség potenciáljára (300 V) növekszik, majd a lezárójel megszűnése után a sugár a 0 számjegynek megfelelő stabil pontba áll be.

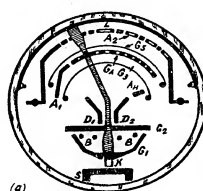
Az EIT csővek elektróda elrendezését és kapcsolástechnikai jelölését a 8. ábrán láthatjuk.

### 3. A dekatroncső működéséhez szükséges elektronikus kapcsolások

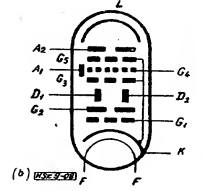
Az EIT csővel dolgozó dekadikus számláló-fokozat legegyszerűbb kapcsolását a 9. ábrán látjuk.

A katódenálláson előálló negatív visszacsatolás stabilizálja az EIT cső teljes katód-áramát. A  $D_1$  és  $G_1$  elektródák feszültségét egy  $\pm 2\%$  pontosságú feszültségosztóról vesszük.  $V_{A1} = 155$  V;  $V_{G1} = 12$  V. A  $G_1$ -re vezetett visszafűtő impulzust egy kettős triódból felépített egy-stabil állapotú billenőkörből nyer-

jük. E kör kimenő impulzusainak hossza 25  $\mu$ sec. Ez az idő elegendő ahhoz, hogy az  $A_2-D_2$  elektródák potenciálja az 5/a. ábra a pontbeli potenciáljánál nagyobb értéket vegyen fel, s így az impulzus végén a 0 számjegyre térjen vissza. A billenőkör katódenállásán az EIT cső  $A_1$  anódjáról beérkező vezérlőjelet hatá-



(a)



(b)

Ha valamilyen okból nagyobb számlálási sebességre volna szükségünk, akkor olyan elektronsöves segédkapcsolásokat kell alkalmaznunk, amelyek az egyik számjegyről a következőre való ugrások során az  $A_1-D_1$  elektródák szert kapacitását nagyobb árammal képesek feltölteni, mint amekkora a számlálócső kis sugár-árama maga. Ilyen kapcsolások az irodalomban nagy számmal vannak kidolgozva [4, 5]. Ezekkel a 22 Mhz számlálási frekvenciát is el lehet érni.



8. ábra.

sára a feszültség hirtelen felugrik, majd exponenciálisan csökken. A dekatroncsövek ki-vezérléséhez éppen alkalmas ez a jelforma, tehát felhasználhatjuk a következő dekádában lévő cső vezérléséhez.

A cső felbontási idejét az az idő korlátozza, amely ahhoz szükséges, hogy az  $A_2$  anód feszültsége az 5/a. ábra u pontjának megfelelő feszültség értékről az a pontnak megfelelő feszültség értékéig változzon. Rövid anódvezetékkel ez kb. 25  $\mu$ sec., ezáltal a cső teljes holt ideje gyakorlatilag 30  $\mu$ sec., más szóval periódikus vezérlőjelek esetén 30 kHz az a maximális frekvencia, amelyet a cső még számolni képes.

### 4. Frekvencia-, fordulatszám-, idő- és sebességmérés

A frekvencia- és fordulatszám-mérés azonos elven történik. A mérés lényege abban áll, hogy ismert időtartam alatt megmérjük az ismeretlen frekvenciájú jel amplitúdó maximumainak számát [5].

A számlálócsövekkel megvalósítható frekvencia-működési sebessége 10. ábrán látható. Az  $a$  egység 10 kHz-es kristály oscilátor, a  $b$  egység erősítő, a  $c$  egység két kapuzóval ellátott elektronsöves, a  $d$  és  $e$  egység két azonos időfokozatú számlálókör, az egyik mint frekvenciaszámláló dolgozik, a másik pedig időjelel számlálóként.

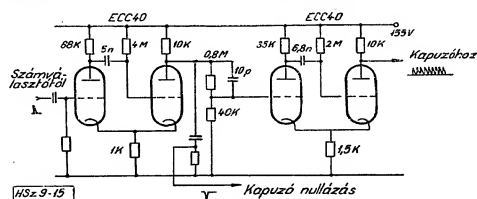
letek elvégzésére. Nézzük meg példaképpen a háromjegyű számok kivonását egymásból. Ennek egy módját a 14. ábra tünteti fel.

A dekádokat egy közös kapcsolóval előző számlálás állásba kapcsoljuk. A dekádokat nullázzuk majd dekádként az  $a$  és  $a'$  animátor tén-

csúszkát be, amelyből a kivevőket akarjuk végezni. Ezután a dekadokat a közös átkapcsolóval visszafelé-számlálásra kapcsoljuk át és a kivevőket szintén dekadonként visszatérítjük a társával. A számválasztó 12. ábráján A pontját ilyenkor a 180 V-os B pontra kapcsoljuk a közös átkapcsolóval avégből, hogy negatív polaritású háromszög impulzusokat nyerjünk.

### 5.2. Szorzógép.

Az összeadás és kivonás előbb tárgyalt legegyszerűbb módját ad magyarázatot elvégzésére. Vizsgáljuk meg a szorzás végrehajtását, a példa egyszerűsége kedvéért egyjegyű számok esetében.



15. ábra.

Először egy tárcsával bevisszük a szorzandó számát az első dekadra. Az elektronikus analógon felállításával az elemi szorzásban azt kívánjuk, hogy minden szorzóimpulzus egy olyan impulzuscsoporthoz oldjon ki, amelyben az impulzusok száma az előre megadott szorzandó számjegyének feleljen meg. Pl. az  $5 \times 8 = 40$  szorzási műveletben a szorzandó értéke 5, a szorzó értéke pedig 8 léven, nyolc ízben fogunk kivánni egy-egy 5-ös impulzuscsoporthoz. Ezeket az eredményfokozatra vezessük, ottan az eredménynek megfelelő 40-es értékre összegeződnek.

Az első feladat tehát abban áll, hogy miután a szorzandót egy csőre betárcsáztuk, a szorzó bevitelével alkalmasan minden egyes szorzóimpulzus a szorzandó beállított értékétől, nyolc ízben fogunk kivánni egy-egy 5-ös impulzuscsoporthoz. Ezeket az eredményfokozatra vezessük, ottan az eredménynek megfelelő 40-es értékre összegeződnek.

körben  $9.10^{-7}$  sec. szélességű impulzus szükséges.

Az első kör átbillenése alkalmasan a második anódon egy pozitív impulzus keletkezik. A potenciálgátlókat egy feszültségosztón keresztül galvanikus úton a második billenő kör vezérléséhez vezetjük. A feszültségosztó megfelelő megválasztásával a vezérlés olyan messzire tolódik el a pozitív irányba, hogy a kör periódikusan kezd billenni. Az időállandók alkalmas méretezése révén el lehet érni, hogy a második kör az első kör átbillenési ideje alatt kilenc impulzust adjon ki, amelyeket formálisan után a dekadoncsövek vezérléséhez használhatunk.

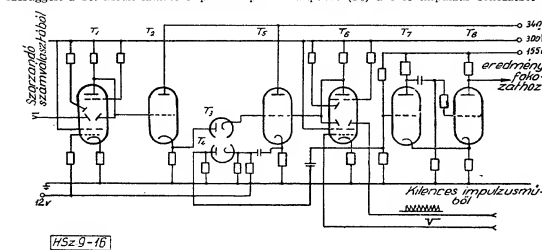
Valamennyi szorzó számválasztó impulzus után a továbbiakban tárgyalandó kapuzó kapcsolásán szereplő második EIT csövet nullázni kell, mert a katódugár az utolsó megszámlolt számjegyre megáll. Evégből az első billenő kör impulzusait differenciáljuk és a keletkező impulzus pozitív részeit levágva, a negatív részeket vezessük az EIT cső első részére.

A kilenc impulzus kapcsolásban kiváltott impulzuscsoporthoz az impulzuskapuzóhoz vezetjük. Mielőtt az impulzuskapuzó kapcsolásával foglalkoznánk, emlékeztetünk arra, hogy az EIT számlálócső felépítését tekintve hasonló egy olyan katódugárcsőhöz, amelynek

a katódugár kitéréséhez 10 stabil helyzete van. A katódugár a vezérlőimpulzusok hatására az egyik stabil helyzetből a következőbe ugrik át. A katódugár kitérése az  $A_1-D_1$  elektródák potenciálszökkenésével függ össze. Az  $A_1-D_1$  elektródafeszültség ugyanis az egyes számjegyek esetében a következő:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
230	226	210	195	180	165	152	140	126	114

Az EIT számlálócsövek esetében az anód-feszültség és a számjelzés közötti fennálló összefüggést és a számlálócső felépítését a 16. ábrán látható impulzuskapuzó



16. ábra.

kapcsolásban használhatjuk ki. A  $T_1$ -es szorzandó számlálócső az impulzus kapuzó meghatározó szerve.

A szorzandó számjegye befojezett előzetes kiválasztása után álljon a  $T_1$ -es szorzandó számlálócső például a 7-es számjegyen. Ekkor a második elterítőlemez ( $D_2$ ) potenciálja 140 V. Ezt adjuk a galvanikusan kapcsolt  $T_2$ -es katódcsatlakozóhoz. A katódellenállás megfelelő méretezése esetén a trióda katódjánál lévő potenciál az első EIT cső  $A_1-D_1$  elektródá potenciáljának felel meg. A  $T_2$ -es cső katódja és a  $T_1$ -es kapuzócső  $D_2$  deflektora között foglal a  $T_3$ -as dióda helyét. E dióda közbeiktatása által érjük el, hogy a  $T_2$ -es cső  $D_2$  elektródájának nem lehet negatívabb potenciálja, mint a  $T_1$ -es szorzandó-cső második deflektorának. Ez azt jelenti, hogy a mi példánkban a második EIT cső a kilenc impulzusokból jövő kilenc impulzus hatása alatt csak 0-6-ig 7-ig ugrhat. Minden további ugrást megakadályoz a  $T_3$ -as diódaszakasz beépítő vezetőképessége.

A potenciál ugrásokat a  $T_3$ -os kapuzócső  $A_2-D_2$  elektródáiról egy további galvanikusan

kapcsolt  $T_4$ -ös katód-fokozaton és egy RC tagon keresztül negatív impulzusokká alakítjuk. Ezeket az impulzusokat egy  $T_5$ -ös és  $T_6$ -ös csővekből álló billenő fokozathoz a  $T_4$ -es diódán keresztül vezetjük át. E dióda egy ellendélőn keresztül körülbelül 4 V-os előfeszültséget kap és ezért a billenőkör csak a  $T_5$ -ről jövő számláló impulzusok hatására fog átbillenni.

A szorzótárcsa által kiváltott valamennyi új impulzuscsoporthoz megkezdés előtt az impulzus kapuzót ( $T_6$ ) a 9-es impulzus fokozatból jövő

negatív impulzus segítségével kilöktük. A  $T_4$  anódon megjelenő háromszögű formált impulzusokat az eredményfokozat számláló csőveire vezetjük, amelyek az impulzusok leszámolásával közvetlenül az eredményt mutatják.

Ugyanez az elv alkalmas a többjegyű számok szorzására is. Az eszköz kidolgozott kapcsolási rajzok az irodalomban megtalálhatók [1].

Cikkünkben képet szándékoztunk nyújtani a dekadoncsövek kiterjedt felhasználási lehetőségeiről. Véleményünk szerint elővárásunknak teretbe kellene venni, hogy kidolgozza ilyen, vagy ehhez hasonló számlálócsövek hazai gyártását.

### Irodalom

- [1] Bónes-Brugyics: Az elektroncső fizikai alkalmazásai, Budapest (1952).
- [2] Szemle, Elektronika, Műszertani Kézikönyv, 2. kötet, 177-178 (1948).
- [3] Barnard, Philips Technische Rundschau, 16, 303-314 (1953).
- [4] Noske, Funktechnik, 10, 640-641 (1953).
- [5] de Jong, Communication News, 16, 35-36 (1953).
- [6] Palle, Elektronische Rundschau, 9, 138-139 (1953).
- [7] Palle, Elektronische Rundschau, 9, 177-182 (1953).

NEMET MIHÁLY  
MERNOK-SZÖCS

## Vízszintes dipolantennával és függőleges antennával létesített összeköttetések

### 1. Bevezetés

A legutóbbi 10–15 év folyamán a 1,5–6 MHz-es sávban dolgozó rádióállomások száma és teljesítménye nagyon megnövekedett, és ennek következtében az a sáv zűzletté vált. Különösen éjel magyarázható a zűzlettség, amikor az ionoszféra alsó rétegéből a zűzlettség és a több ezer km távolságban lévő állomások is megjelennek. A jelenlegi körülmények között az északi és déli irányokba való terjedés nem az atmoszférikus és göpi eredetű zavarok szabják meg, hanem az interferenciaból származók.

Az interferencia-zavarok csökkentésére az adóállomások teljesítménynövelési határába köztük. Úgy látszik azonban, hogy ez a „vált-est” nem tudja az összeköttetések kellő megújulását elősegíteni. A teljesítmény növelésnek ut. anyagi, műszaki és harci károk miatt van, ezért az egyes adók teljesítményének növelése csak a többi állomás összeköttetésének rovására történhet.

Az interferencia-zavarok csökkentésének egy lehetséges módja, hogy lehetőség minden adóállomáson olyan antennákat alkalmazzanak, amelyek kis távolságra létesített összeköttetések esetén a nagy távolságokhoz tartozó lapos zónák irányába nem sugároznak.

A következőkben kimutatjuk, hogy vízszintes dipolantennával létesített vízszintes hullámokkal olyan terjedésmódokat tudunk elérni, amilyen az adóállomás teljesítményének növelése útján gyakorlatilag nem lehet megvalósítani. A vízszintes dipolantennák közötti irányirányirányításuk következtében nagy távolságban a függőleges antennákhoz képest többes antennák alkalmazásával még fokozható, akkor ezáltal még további javulást lehetne elérni, azonban ez utóbbiak alkalmazásának sok esetben harci károk elkerülése miatt nem lehetséges.

### 2. Függőleges antennával létesített összeköttetések tulajdonságai

Dipolantennával és függőleges antennával létesített összeköttetések összehasonlítása céljából mindkét antenna térejét az adóállomástól mért távolság függvényében vizsgáljuk meg. Mindkét antenna visszavert hullám térejeinek számításakor a következő egyszerűsítő feltételeket alkalmazzuk:

- Sík ionoszférát és görbe földfelszínt tételezzük fel. Ez magában foglalja azt a feltevést, hogy a visszaverődés magassága független a beesés szögétől.
- A föld mágneses terét és az ionoszféra csatlakozását elhanyagoljuk. Amikor a kétféle antenna térejeit csak összehasonlítani akarjuk, akkor ez a közelítés nem okoz hibát.

- Feltételezzük, hogy a hullám csak egyszer verődik vissza az ionoszféráról.
- Az üzemi frekvencia kisebb, mint a vertikális beeséshez tartozó kritikus frekvencia.

A függőleges földelt antenna térejeének kiszámolásakor továbbá feltételezzük, hogy a térérő a  $\psi$  emelkedési szög cos-ával arányos.

A fenti feltételek teljesülése esetén a függőleges antenna visszavert hullámának térejét a következő képlet adja: [1]

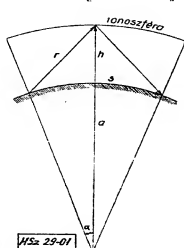
$$E (\mu V/m) = \frac{3 \cdot 10^5 \sqrt{P (kW)}}{2r (km)} \cos \psi$$

Az  $r$  és  $\psi$  értéket a Föld görbületét figyelembe véve geometriai úton akár számításai, akár grafikusán meghatározhatjuk.

Az 1. ábra geometriája alapján az  $r$  és  $\psi$  értékre lapjuk [2]

$$2r = [2(a+h)(1 - \cos \alpha) + h^2]$$

$$\psi = \arccos \left[ \frac{(a+h)(\sin \alpha)}{r} \right]$$



1. ábra. A visszavert hullám útját ábrázoló diagram

A 2. ábráról leolvashatók a függőleges antennával létesített összeköttetések tulajdonságai, nevezetesen:

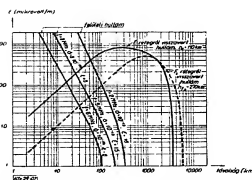
- A felületi hullám a frekvencia növekedésével rohamosan csökken.

Német: Összeköttetések vízszintes dipóllal és függőleges antennával

39

- A visszavert hullám csak nagyobb távolságban jelentkezik kellő erősséggel, mivel a kis távolságokhoz tartozó meredek szög

$h$  = az antenna földfelszíni magassága,  
 $l$  = a hullámhossz azonos egységben mint  $h$ ,  
 $R$  = a talaj komplex reflexió tényezője,  
 $r$  és  $\psi$  jelölése az 1. ábra szerint.



2. ábra. 1 kW teljesítménnyel táplált függőleges antenna felületi és visszavert hullámának téreje a távolság függvényében.

gek irányába a függőleges antenna keveset sugároz.

- Függőleges antenna alkalmazásakor közepes távolságokon (15–100 km) gyenge összeköttetést kapunk, mert ott a felületi hullám téreje már kicsi, a visszavert hullám téreje pedig még nem elég nagy.
- Az összeköttetést a talaj vezetőképessége befolyásolja.

### 3. Vízszintes dipolantennával létesített összeköttetések tulajdonságai

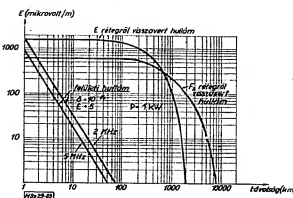
A vízszintes dipolantenna felületi és visszavert hullámainak térejét a 3. ábra tünteti fel. Az ábra felvilágosítást ad a vízszintes dipóllal létesített összeköttetés tulajdonságairól, vagyis:

- A felületi hullám téreje a távolság növekedésével rohamosan csökken.
- A visszavert hullám téreje 500 km-ig alig függ a távolságtól. Gyakorlatilag minden távolságra a visszavert hullám téreje domináns.
- Az összeköttetést a talaj vezetőképessége gyakorlatilag nem befolyásolja, csupán az ionoszféra állapota. Az összeköttetés frekvenciáját az ionoszféra adatainak figyelembevételével kell megválasztani.

A vízszintes dipolantenna visszavert hullámának térejét a dipól tengelyére merőleges síkban az

$$E (\mu V/m) = \frac{2 \cdot 15 \cdot 10^5}{2r (km)} \left[ 1 + R \exp \left( \frac{4\pi h}{\lambda} \sin \psi \right) \right]$$

képlet adja meg [2], ahol



3. ábra. Negyed hullámhossz magasán elhelyezett vízszintes dipól felületi és visszavert hullámának téreje a távolság függvényében. Az  $E$  réteg magassága 110, az  $F_2$  réteg pedig 370 km. Teljesítmény: 1 kW.

### 4. Megvalósított dipolantennák leírása

Vizsgálatainkkal kapcsolatban többek között egy tábori dipolantennát és egy stabil Nagye-nyenko-antennát készítettünk. A tábori dipolantenna felhullámú volt. Táplálása a közepen Rik-6 kábelrel történt. A dipól hosszának szabályozását a 4. ábra szerinti csigával és szorítóval eszközöltük. Az antennához két sodrony készült: az egyik 2–3,7 MHz, a másik 3,5–6,5 MHz sávban volt; természetesen frekvenciára szabályozható. A koncentrikus kábel a tápláláskor észrevehető aszimmetriát nem okozott, mert az antenna közepén feszültségminimum van. Feszültségminimummal levő pont pedig (a koncentrikus kábel külső köpenye révén) az szimmetria megbontása nélkül földelhető. A tábori dipolantenna előnye, hogy az adó és a távponal közé szimmetrizáló transzformátor nem szükséges. A dipólt 3 db 9 m magas ábróban helyeztük el.

A Nagye-nyenko-féle dipól hossza  $2 \times 36$  m, átmérője 1 m volt. A dipólt 25 m magasán függesztettük fel a földdel párhuzamosan, a távponal 800  $\Omega$ -os légvezeték volt. Az antenna 2,5–4 MHz sávban jól működött. Az adó antennájának aszimmetrikus kivezetése folytán szimmetrizáló transzformátor kellett alkalmazni. Ez a transzformátor max. 1 kW teljesítményre készült, 2,5–5,5 MHz frekvenciasávval. A szimmetrizáló egység transzformátorból, kompenzációs önműködőből és kapacitásokból állott. Az alkalmazott kapcsolás biztosította a jó illesztést a 600  $\Omega$ -os légvezeték és az Rik-6-os kábel között. Meggyőződésünk még, hogy a szimmetrizáló transzformátort az állomás kezelőjének nem kell hangolni.



A rendszertechnika problémakörében az eddig ismert és esetenként megvalósított "híradó terven" túl, a különböző jellegű híradó műszaki berendezések komplex kihasználási lehetőségét is figyelembe kell venni. Biztosítani kell tehát, hogy a vezeték, rádió, vagy mikrohullámú hárkúzó irányok egymást helyettesíthessék, illetve egymással sorbakapcsolhatók legyenek anélkül, hogy az egyikről a másikra való átterés a folyamatossgot megzavarná. Ez a technika az átviteli sávok szélesítését, fokozott automatizálást és több illusztráció, illetve az utolsó elem beiktatását teszi szükségessé. Tehát egészen új tábori híradás van kidolgozva, a véleményünk szerint a csapatok közötti közszóközvetítés-igényhi kioldásában csak ez az út-on lehet újradiszert minőségű javulást elérni.

A továbbiakban éppen ezért kezdődik a kérdést, elindorban a csapat, vagy a harcászati összeköttetések javítását célzó megfontolásokkal foglalkozunk. A musasabó parancsnokok és a hadtérület híradóberendezési út, sokkal közelebb állnak az állandó jelűhöz, tehát azok esetében már ismert szempontok érvényesülnek.

A tárgyalásnak ezt a szétválasztó módszerét az elemeseg áthátsának kitért híradó műszaki berendezések üzemeltetésével járó, kösimeren nagyszámú nehézség indokolja. A minőségét ezen a területen főképpen az egyszerű, egységes elemek és a könnyen rögzíthető rendszerek jelentik.

A felhasznált híradó műszaki elemek és egyben a telepített rendszerek szemszögéből is, a hordozható kisközpontokat kell elsősorban kiemelni. Ezek a kapcsolók ugyanis egy-egy rendszeren belül, vagy a különböző rendszerek egymás közötti összműködésében, a legfontosabb átviteli csomópontot jelentik.

Hiba lenne ebben a kérdésben olyan álláspontot elfogadni, mintha ilyen probléma nem volna. A későbbiek során látni fogjuk, hogy az utóbbi néhány évben hányféle és mennyire eltérő módon keresték a jobb megoldást. Ma már valóban vannak is jó kisközpontok, s azok egyszerűen olyan alkatelemek, amelyek a legkorszerűbb igényeket is kielégítik. Másrészt azonban nincsen olyan kisközpont, mely azonos elemek megismétlésével, vagy anélkül is bővíthető volna, amely a szélsőséges klimatikus követelményeket is kielégítené. Nincsen olyan központi kapcsoló, amely a sávok és a méretek számottevő megnövekedése nélkül a zsinór-erősítés kérdését jól megoldaná. Más-más típusú központi alkalmaznak a vezetékes híradásban, a rádió frekvencián és a segédvonal-felügyelet szerepében telepített csomóponti berendezésnél, holott ezek egységesítésére megvan a lehetőség.

Erdemes tehát az olyan korszerű kisközpont kialakításának kérdésével foglalkozni, amely az előzőekben felsoroltakat teljesíteni tudja, mert várható, hogy annak kidolgozása esetén elérhetjük a tábori híradás már említett újradiszert minőségű megjavulását.

E tanulmányban végigkísérjük a fejlődés jellegzetesebb típusait, majd azok értékeléséből egy következő közleményben meg fogjuk állapítani a korszerű kisközpontok harcászati-műszaki követelményeit.

## 2. A központi kapcsolók fejlődése

### 2.1. Általános megjegyzések

Mielőtt rátérnénk a fejlődés tárgyalására, előbb röviden tekintsük át a fejlődés során a híradástechnikában kialakult fontosabb gyakorlati tapasztalatokat.

a) A kisközpontok befogadóképessége a különböző hadseregekben általánosságban 10–20–30 vonal. Ez a kapacitás az osztály-erzred viszonylatban megfelelő. Viszszert kívánóság egy 5–6 vonalas kis kapcsoló bevezetése is, amely különösen a tüzéségnél, az útegek tüzező vezető rendszerében hiányzik. A mai alkalatruss-, suly- és méretadottságok figyelembevételével azonban a 10 vonalas kapcsolónál kisebbet készíteni az egységesítési törekvés miatt sem érdemes.

A befogadóképesség megadott határait a csapatkörlet számára rendszerezett kisközpontok esetében az adott szervezés szabja meg. Általában az osztály-erzred hirtigénye irányokban: 3–3 az alárendelték, 2 a szomszédok, 1–2 az előjáró felé; ehhez járulnak hozzá a törzs és az együttműködés célját szolgáló összeköttetések. Együttvéve azonban a 10, illetve 20 vonalnyi kapacitás kielégítő.

b) Az egységfelszerelésben általánosságban ezeket a típusokat rendszerezik. Állandóul több körülmények között esetenként két kapcsoló egymás mellé állításával bővíthetők.

Feltétlen kívánatos mindamellett, hogy a már üzemben lévő álageység is, ha másképpen nem, akkor néhány ún. közbebeli állomással bővíthető legyen. Általános tapasztalat ugyanis, hogy a rendelkezésre álló kapcsolószekrények száma sokszor kevés, és ha hosszabb ideig áll a híradórendszer, akkor az igények rohamosan nőnek. Ezek a tények a modern hadviselésben még inkább fennállnak. Több vezetési pont (tartálék háp. stb.) van, s a szétosztásban működő egységek fele több hírirányra lesz szükség.

c) Egy másik kialakult és elfogadott tapasztalat, hogy a csapatkörletben egy kezelő nem tud 20 vonalas munkahelynél nagyobb kisközpontot kezelni.

d) A jövőben még inkább számolni kell közbeeső központi létesítéssel. Ezekben az egyes áramkörök számára átfutó vonalvezetvényt kell biztosítani. Ez a megoldás jobb kihasználási lehetőséget nyújt, mert a vonal minden kapcsolás nélkül a két végpont között és közbekapcsolással, kettősszer is igénybe vehető.

e) A központi kezelőközelítéshez tartozó helyi telep számára biztosított szabványtelep elhelyezésén kívül egy külső telep-szortópart is alkalmazni kell abból a célból, hogy a rendszerezett telepítést helyett, annak hiányában bármely más, hasonló feszültségű áramforrás is felhasználható legyen.

f) A kisközpont egységfelszerelése két fő által hordozható legyen. Ezt általános szabályként el lehet fogadni, mivel a váltott szolgálatához legalább két fő beállítása feltétlenül szükséges.

### 2.2. A híradó rendszerek kialakulása

A különböző eddig használt kisközpont-típusok lényeges eltéréseit a hívmű és kapcsolóelemekben, illetve rendszerekben mutatnak.

Hívmű rendszer szerint három fő típusosoport különböztetünk meg, ezek:

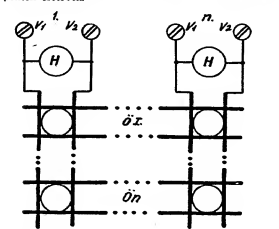
- a) zengőjeles (zűgőjeles);
- b) induktorkes;
- c) egységes hívmű.

Kisközpontokban az izzólámpa jelzés nem alkalmazható, mert az égőkhöz külön telep (6n, 6 V) szükséges. A zűgő, mint hívmű, hosszú időn át volt igen elterjedt, sőt egyes készüléktípusokban még ma is használatos. Számos előnyös tulajdonsága van: könnyű, s a rossz áramkörökön a hívműt a leginkább biztosítja.

A zűgő helyesen méretezett készülékénél közel 0-nívón 0,775 V-ot ad ki a vonalra, 500–800 Hz-es váltóáram formájában. Ebből vevőoldalon a fejtöltés, vagy más érzelésközvetítés elégséges 0,7% beérkezése, hogy ott a hívmű megfigyelhető legyen.

A minigé 1 kg súlyú induktor max. 2–3 W teljesítményt ad ki 1,6–2/3 Hz periódusú. E teljesítményből a tábori vezetékanyag aránylag nagy ohmos ellenállásán keresztül a vevőoldalra legfeljebb 20–30 mW érkezik. Hosszabb vonalakon ezért az esőlemez, ill. a csenő működése bizonytalanul válik.

A zűgő jelzés alkalmazták a 10/15 M. ún. Pfeiffer-kapcsolók, továbbá a 22. M., valamint a 30. M. kisközpontok esetében.



1. ábra. Zűgő-fejhallgató, hívmű bekötése.

Az első két típusban, amely lényegesen asonos elven működött, hívműjelzőként minden áramkörhöz annak köréje közeledő külön fejhallgató csatlakozott. A különböző áramkörök hívműje a számukra előre megadott alkalommal tehát fokozott figyelemre volt szánva, mert a zengőjeles tisztán hallás útján kellett a hívmű állapotát megkülönböztetni, ill. kiválasztani. Egyidejűen befutó több hívmű fogadása és kiszűrése bizonyos gyakorlati nehézséget okozott (1. ábra).

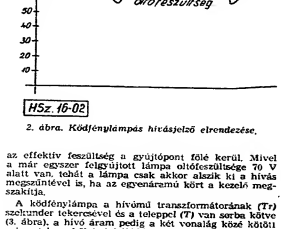
Amikor a tábori híradásban a zűgőhívású készülékek mellett az induktorhívású rendszer is alkalmazásra került, akkor a kettőre rendszerhez kettőféle központi kapcsoló kellett. Ez valóban így is volt, természetesen azonban a kettősség minden hátrányával.

Logikusan vetődött fel egy olyan egységes hívmű alkalmazásának szükségessége, amely lehetővé teszi mindkét rendszerre egységes kapcsolók beállítását.

Ilyen célra igen alkalmasnak látszott a kódjénlámpa (más néven glimmlámpa, parázsfénylámpa).

A kb. 70–75 V egyenárammal előkészített lámpa a zűgő vagy az induktor főli beérkező váltóáramu jel váltásfelismerésének hatékony ionizálódik és fényjelzést ad. A hívműfeszültség 60–100 V maximumokkal szuperponálódik az egyenértékűsége (2. ábra) s így megfigyelhető legyen.

A zűgő jelzés alkalmazták a 10/15 M. ún. Pfeiffer-kapcsolók, továbbá a 22. M., valamint a 30. M. kisközpontok esetében.



2. ábra. Kódjénlámpa hírdőjele elrendezése.

az effektív feszültség a gyújtópont felé kerül. Mivel a már egyszer felgyújtott lámpa előkészítése 70 V alatt van, tehát a lámpa csak akkor alszik ki a hívmű megismétlése, ha az egyenáramú kört a kezelő megszakítja.

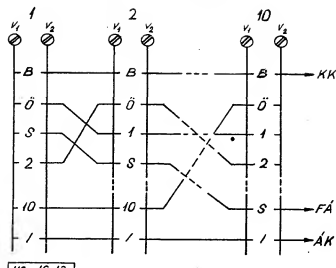
A kódjénlámpa a hívmű transzformátorának (Tr) szűrőre tekercsével és a teleppel (Tr) van szerbe kötve (3. ábra), a hívmű pedig a két vonalig közeledő primertekercséből indokolódik át.

Amellett, hogy az egységes hívmű rendszer egyszerű és érzékeny, az alábbi komoly hátrányai is vannak:









13. ábra. Fokozatkapcsolás központi kapcsolási vázlata.

résről, ha bontásakor nem gondoskodik a foglaltatás megújításáról, akkor az érintett állomás nem tud újra hívni, mert a hívó jelölés ki van törve. Ezeket az ellenmondásokat nem a legeszerencsésebb módon végül is úgy oldották meg, hogy mindezt eszméletlenül hagyták az összeköttetésben, így az elektromos hátrányoktól a kezelő egy felesleges foglaltatást terhel, mert bontás alkalmával két eszméletlen kell visszatartatni.

Ugyanez a nem szerencsés a fokozatkapcsolásban a vezérlő állás (B) sem. A kezelőkezelő rákapcsolása a vonalra egy-egy külön kezelőkezelővel lehetséges. Ennek a megoldásnak már vannak előnyei is.

A fokozatkapcsolás kiépítése esetén az a csopagtól víz elleni védelem úgy van megoldva, hogy az eszméletlen az eszméletlen állapotban van, azaz a kezelőkezelő a kezelőkezelővel nem lehet kapcsolatban. A kezelőkezelő belső karjára egy billentyű van ráerősítve, amely a B állásba való behatárolást az eszméletlen visszatartatja. Ha minden külön kezelőkezelő, akkor az eszméletlen visszatartatásához külön nyomógombot kell beépíteni.

Az eszméletlen ilyen megoldása, vagyis az automata visszatartatás lehetősége egyenértékű tehát a kezelő, mert belső hívások a kezelőnek amúgy is nem kellő állásba kell lépnie, a ugyanezzel a modullal a kezelő állásba lép.

A külön kezelőkezelő alkalmazásának még egy előnye van, az, hogy a kezelő a már fennálló eszméletlenbe bármikor be tud hallgatni, tehát jelentés után a kapcsolás megmondása nélkül ellenőrizni tudja, vajon a beszélgetést valóban befejezték-e.

Az új tonzerő hívójelölés útján teljesen rászabhatunk, vagyis valóban csak akkor jeleznek, ha jelek indultak. Ahát felmerül annak az eszméletlenség, hogy a kezelő ki kell zárni a behatárolástól, ott a fokozatkapcsolásba vitt B állásba a kérdés megoldható.

Egy fejlődött és alakult ki a fokozatkapcsolás elv és a már eddig elmondottakból is nyilvánvaló, hogy ennek a rendszernek több előnyös tulajdonsága van. Ezt a kijelentést természetesen csak a kisközpontok szemügyéből tehetjük.

Ezzel a kapcsolattal ugyanakkor több mint 10 vonalas egységet nem célszerű készíteni, mert a sok kapcsolattal a kezelőnek nehézségei vannak. A fokozatkapcsolás központi elvén az alábbiakban foglalkozhatunk össze:

a) Kezelése valamennyi rendszer között a leggyorsabb, tehát a leggyorsabb. Az ismertetett típusoknál egy összeköttetés felépítése és bontása átlagosan 11 különböző kezelési ütemből áll. A fokozatkapcsolás központi elvén az a művelet 7 összetett foglaltatással elvégezhető.

b) Zsinór és kapcsolóhüvelyek hiányában a szerelvényeket teljesen zárt kivitelben lehet elkészíteni, az így meg lehet akadályozni, hogy a belső szerkezetek felé nedvesség hatoljon be.

c) Rossz látási viszonyok között is könnyen kezelhető, mert a kapcsoló mechanizmusának rugós, helyzetállandó görög az elfordítással áttekint állásokat érzékelhetővé teszik.

d) Bővíthető, espedig akár alapegységen belül, tehát 10-ről 15 vonalra, akár pedig egymás mellé való helyezésével 20 távolsági vonal befogadására és 2 felvevő állomás bekötésére.

e) A külső vonalak bekötése a kapcsolószekrénytől távolabb történhet, tehát az építő és vonalvezető egységek a kezelő nem zavarják.

f) A központnak nincsen olyan szerkezeti eleme, mely a többször képtet gyorsabban elhasználódna, tehát élettelenn belől cserevé szorúlna. Gondolunk itt pl. a zsinór központi zsinórnak elég gyakori cserekeszére. Egyes rugócsomagok elállítása az érintett fokozatkapcsolás többi állásának felhasználását nem

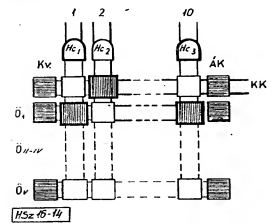
gátolja, ilyenkor az illető vonalat mindig mint hívottat kell kapcsolni.

Hátránya ennek a rendszernek, hogy nagyobb egységekben nem használható, de már a 10-es kapcsolók méret- és súlyviszonyai is kritikára adnak okot. Van azonban lehetőség e tekintetben a javításra. Az ismertetett rugócsomag kapcsoló helyett a ma már hasonlóan megbízható minőségben elkészíthető tárcsás körkapcsoló felhasználásával a központi mérete és súlya a jelenlegihez képest több mint 50%-kal csökkenthető.

Foglalkozhatnánk még a rendszer további változataival is, de a fejlődés perspektívája más irányban sokkal biztatóbb. Keresünk tehát azt a megoldást, mely a kisközpontok kérdését teljes mértékben megoldja.

h) A nyomógombos központ, mint a 14. ábrán látható, a keresztlemezre váltó elvén épül fel.

A vonalak (1–10) függőleges és az összekötő áramkörök (0–9) vízszintes vezetékének kereszteléséhez elhelyezett kapcsolórugókat kívülről egy-egy nyomógombos mechanizmus működteti.



14. ábra. Nyomógombos központ üzemi működési elve.

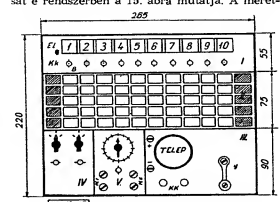
Két vonal kapcsolása (1 és 10) az egyik összekötő áramkörön benyomott két gombbal történik. A kezelőkezelő (K) bekapcsolása (2) egy külön kezelőgomb-sorral lehetséges.

A kezelő és az összekötő áramkörök vízszintes sorainak baloldalon egy-egy kiválasztó (Kv) van elhelyezve. Ha ezeket megnyomjuk, akkor az illető sorhoz tartozó és benyomott helyzetben reteszelt állapotban lévő billentyűk az alapállásba ugranak vissza. A jobb oldalon ugyancsak külön billentyűsor van a vízszintes összekötő áramkörök átkerő (Ák) továbbadására céljából.

A kezelőkezelő billentyűsora helyett vonalaként egy-egy kezelőkezelő is beszerelhető.

A nyomóbillentyű, valamint a kezelőkezelő is beszétfőállásba hozva a hívás jelzés következtében leestett állapotba visszahelyezhető. A vízmentesség elérése céljából ugyanis a központban is ugyanolyan eszméletlen megoldást alkalmaznak, mint a fokozatkapcsolás esetében.

Egy 10 vonalas központ elképzelt összerakását a rendszerben a 15. ábra mutatja. A méret-



15. ábra. Nyomógombos központ szerelési vázlatja.

és súlyviszonyok itt már kielégítőnek mondhatók.

A 10-es szerelvényeket alapegységként elfogadva, ezekkel az elemekkel a 10–20–30–40 vonalas kisközpont kérdése is megoldható. Nem szükséges külön kiemelni, hiszen könnyen belátható, hogy katonai szempontból milyen jelentősége van az egységesítésnek.

Ismeretes az előző kritika, amely a sok billentyű áttekinthetelenségéből következően a rendszer várható kezelési nehézségeire. Anélkül azonban, hogy már eleve pálcát törnénk a nyomógombos rendszer felett, elemezzük ki előnyeit és hátrányait.

Eddigi ismereteink alapján a 15. ábrán vázolt elrendezés az alábbi szolgáltatásokat tudja teljesíteni:

A vonalvezetvény átvitelt egybefűzve 10 hívó jelzés eszméletlen és 10 kezelőkezelőt tartalmaz, vízmentes kivitelben. A ráadásított megoldás eszméletlenkel maximális érzékenységű érzékelt. Megettenek olyan, hogy egy összeköttetésben bentmaradó két jelző sem romlja le az átviteli jelzőt.

A kezelőkezelők ugyancsak négy állásba: alap-, beszélő-, (B) és két üres kapcsolóhelyeztetéssel. A hívás fogadás B állásban történik, a ugyanezzel a felhívás is összeköttetésbe a 4. ábrán már bemutatott kezelőkezelővel megoldással. A felő állások kihasználására később csak szó.

A második alapelem (II) az összekötő áramkörökben áll. A 10-es központban 5 összekötő áramkör teljes kihasználási lehetőséget biztosít. Az 5-de kiváltó kiválasztás megvárni, mert így módon ugyanez a 20-as stb. típusokból bővíthető kivitelben is felhasználható.

A nyomóbillentyű érintkezési alappal olyan kivitelben készülsz, hogy azok egymás mellett elhelyezve összefüggő sort alkotnak, így tehát a sok gombos

kezelőmező helyett lényegében 5 kezelősor adódik. A kezelősorok nyomtatási a csatlakozó áramkörök függőleges jelzésével könnyen kiválasztathatók válnak. A bonyolult billentyűs lapja a szerelvényekhez képest beletűzött keretben, körbe-körül földet mutat, s ezáltal a szobán forgó áramkörök, ill. vonal foglalkozást jelöl. A nyomógombos központokban igen fontos a foglalkoztatás határozott vétele, különben előfordulhat, hogy már összekötésre igénybe vett viszonylatok kapcsolatra újabb állomást kapcsolnak rá és ezáltal zavart okoznak.

A harmadik alapvető a kezelőszekrély (III). Ez lényegében ugyanaz, mint minden más központ esetében, de a 4. ábra szerinti elvi kapcsolással.

A IV. és V. jelzés elemek sorozata vége nem tartoznak a központhoz. Esetenkénti behelyezésként azonban fontos szolgáltatásokat old meg, tehát megvalósítanak csatlakozókat látszik.

A negyedik szerelvény egy külön dugaszos csatlakozással behelyezhető, művonal nélküli kéthuzalos tranzistoros központosító. Részleteiben egy külön közleményben szándékozunk vele foglalkozni, itt csupán a központhoz való csatlakoztatási lehetőségére és az ilyen szerelvény fontosságára térünk ki.

A tábori vezetékek közismerten magas csillapítási viszonyaihoz adódó nehézségek megoldásának problémája nem újelelt. Kéthuzalos zsinórcsatlakozókat eddig csak művonalas kivitelben ismertünk. Ennek kezelése azonban nehéz és az inhomogén csatlakozó vonalak befutásának szinte lehetetlen. Tábori vonalakon az eddigi központosítókkel tapasztalat szerint alig tudunk több, mint 0,5–0,8 Np-es erősítést elérni.

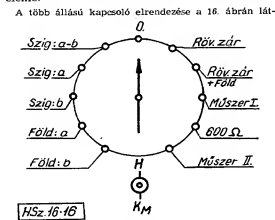
A nem ritkán 5–6 Np csillapítású vonalakon a 0,5 Np-es erősítés mit sem jelent.

A tranzistorok fejlődése lehetővé teszi, hogy egészen kis méretben, a központi helyi telepének igénybevételeivel olyan egyszerűen kezelhető központosítókat készítsünk, amelyek legalább 1,5–2 Np-nívót emelnek. Egy ilyen erősítő a tábori híradás minőségi megújítása szempontjából rendkívül nagy jelentőségű.

Az erősítő a központi függetlenül, külön saját dobozban összeépítve tárolható, és egy ilyen egységet csak azokhoz a központokhoz kell kiadni, ahol arra szükség van. Behelyezése a központi kapcsolóba egy kétes dugaszos csatlakozóval eszközölhető.

Végül az ötödik szerelvény ugyancsak különleges szolgáltatásra való. A központi kapcsolóba való beiktatása hasonlóan történhet, mint az előbb tárgyalt negyedik szerelvény.

E dugaszolt szerelvény célja; megköny-  
sítani a hálózati csomópontokon, tartalék és ki-  
segítő központokban beállításra kerülő segéd  
vonalláncok kisközpontjainál a vonalak  
vizsgálatával és ellenőrzésével kapcsolatos tény-  
kedéseket. Lényegében tehát ez az egységes  
kisközpont alkalmazási lehetőségének egyik  
eleme.



16. ábra. Vonalviszágáló fokozatkapcsoló vezérlés elrendezése.

ható. Az erősítő helyére dugaszolva a vizsgált kap-  
csolóra bármely áramkör a kezelőszekrély felől áll-  
dóval ráterelhető. A kapcsoló, mint az áramkör, a  
szerelvény különböző állásokban az áramkör, ill.  
annak egyik, vagy másik árt rövidrezárja, szagtól,  
földet szit, vagy pedig kinyitja a szorított át csatla-  
koztatható hordozható kis vonalviszágáló műszerre.

Ezzel a megoldással mint kisközponttal el tud-  
juk végezni az illető csomóponton szükséges  
kapcsolásokat, emellett pedig az áramkörök-  
nek a szorítottól való lebontása nélkül meg-  
tehetik a különböző vonalvizsgálatok is. A tár-  
csás kapcsoló alatt elhelyezett kulccsal a mű-  
szeres vonalvizsgálat közben szolgálati beszél-  
getés céljából be tud lépni az áramkörbe.

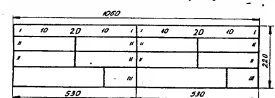
A nyomógombos központok értékelése alkalmával a lényegét nem az összekötő áramkörök elrendezésében kell látni, hanem az egységesítés érdekében kifejlesztett alap- (első) elemek jelentőségében.

Az ismertetett 10 vonalas központ szerkezeti megoldása könnyű lehetőséget biztosít a 20-as és annak megduplázásával a 40-es központ összeállítására. (17. ábra.)

Két db 10-es vonalszerelvény (I) egymás mellett, alattuk négy db 5-ös összekötőáramkör (II) és egy kezelőszekrély (III) egybeépítve adja a 20 vonalas kisközpontot. Két db 20-as központ egymás mellett, mint 40 vonalas kapcsoló együtt kezelhető.

A 20 vonalas központhoz adott 10 összekötő áramkör teljes kapcsolási kihasználást biztosít. Az együtt kezelő 2x20-as központ maximális kihasználást tesz lehetővé.

a 18. ábra mutatja. A csatlakozó áramkörök célzerű csoportosításával (pl. az A kapcsolóba a helyi, a B-be pedig a távolági vonalak bekötésével), az első (I) 5 összekötő áramkörön kapcsolják a hons



17. ábra. 40 vonalas központ összeállítása.

állomásokot, a második (II) mezőn pedig az átkerős hívkörök, így egyidőben 2x10 hons és 1x10 átkerős kapcsolással a csatlakozó 40 állomása közül 30-at lehet összeköttetésben részesíteni. Ez a valóságban 70%-os kihasználást jelent. Ez lényegesen jobb, mint ami bármely más típusú központi adra van. Az együtt kezelő két 20-as központ második (II) csoportban lévő összekötő áramkörök az A munka-helyi billentyűsoroknál jobb oldalon lévő átkerős (Átk) kapcsolókkal fiam átkötődnek a B munkahelyi felé. A 18. ábrán ennek végrehajtását kitöltött fekete kockákkal és vastagított vonallal van feltüntetve.

A nyomógombos kisközpont jellemzőit ész-  
szegve, annak rendszertechnikai előnyeit lehet kiemelni. A nyomóbillentyűs megoldás gyakorlatilag még nem igazolta használatos-  
ságát, tehát véglegesen melléte vagy előre nem lehet állást foglalni. A megfontolások alapján azonban úgy látjuk, hogy a tábori használatból eredő fokozott klímatis, rögtönzethezjárás.

UNGAR ANDRÁS  
MERNOK-SZDS.

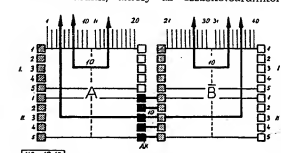
## Felderítő léggömbök műszaki berendezései

### 1. Bevezetés. Általános adatok

A múlt év végén és ez év elején különböző nyugati államokban felállított indítási helyekről egyrészt viszonylag primitív szerkezű, propaganda-anyagot szállító ballonokat, másrészt azonban ezeknél lényegesen bonyolultabb kivitelű és berendezésű felderítő léggömböket bocsátottak útra a békétábor országainak területére. Több léggömb hazánk területén ért földet. Az alábbiakban egy kollektív munkája alapján a felderítő léggömbök utaztatásának körülményeit, műszaki berendezéseit és jellemzőit ismertetjük. E közlemény szerzője a tárgyról a kollektív megállapításait foglalja össze.

egységesítési és bővíthetőségi követelményeket valamennyi eddigi típus közül a leginkább ez elégíti ki.

Természetesen a fejlődés és megoldásnál nem áll meg a keresztlemelés váltó alapján kialakított összekötő áramkörös rendszer azonban valószínűleg a legjobb megoldás marad, ha olyan célzerű és könnyen kezelhető kapcsoló-elemet találunk, amely az összekötőáramkör



18. ábra. 40 vonalas központ kihasználása.

felhasználása közben foglaltságot egyértelműleg jelzi, ill. annak zavaró, másodszori igénybe-  
vételt lehetetlenné teszi. Az elmondottak alapján következő cikkünkben ezt a szerkezeti megoldást vesszük figyelembe, mert a korszerű követelmények kialakítását leginkább e példán tudjuk megindokolni.

A léggömb berendezéseinek fő funkciói az alábbiak:  
a) repülés,  
b) fényképezés,  
c) rádiózás,  
d) magasságtartás,  
e) leszállítás.

A megvilágított berendezés össz súlya mintegy 750 kg. Ehhez a súlyhoz hozzá kell még adni a ballon belső és külső burkának, valamint a ballonon levő gáznak a súlyát is. A rendszer szolgálati magassága 12 000 m, vagy ennél több. Ennek alapján számítással igazolható, hogy a léggömb töltése csak hidrogén lehet. A betöltött hidrogén mennyisége szabja meg, hogy a ballont milyen szolgálati magasságra, mint csúsmagasságra kívánják felvinni. A számítható ballonátmérő kb. 19 m. A kettős burkolatú és

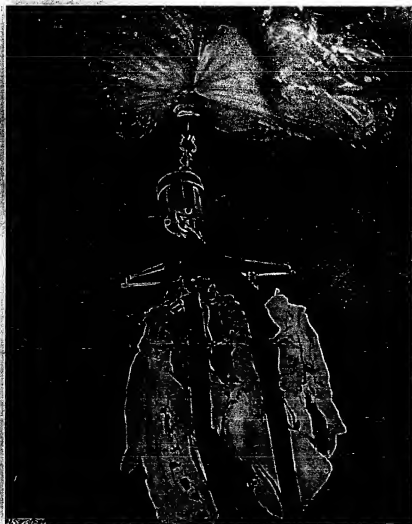
hidrogénnel töltött ballon össz súlya ezek szerint mintegy 400 kg, illymódon az egész berendezés össz súlya 1150 kg körül van.

A földet ért léggömböt és tartozékait az 1. és 2. ábrákon látjuk. A 3. ábrán — nyilvánosságra hozott amerikai kép alapján — a léggömb indulásra való előkészítése látható.

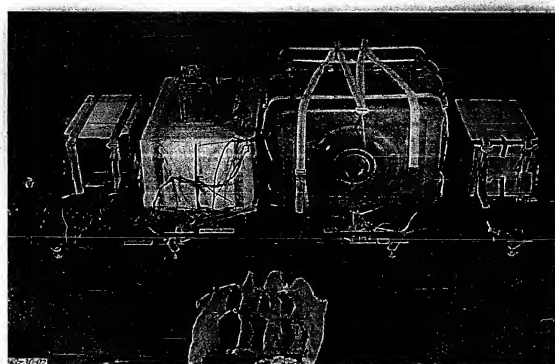
## 2. A léggömb utaztatása

A léggömbnek nincs hajtóműve, a légáramlat szállítja az áramlási görbék mentén. A szállítási körülményeiről az áramlási viszonyokat adó nyomástopográfiai térképek vizsgálata

nyújt felvilágosítást. Ilyen térképeket (4. ábra) az időjelző szolgálatok különböző magassági metszetekre készítenek. Nagy időjelző szolgálatok, kellő tapasztalattal szerelvényekkel képesek az áramlási viszonyokat egy héttel előre jelezni. Az egyhetes időtartam azonban csak az áramlási kép alapvető konfigurációjára vonatkozik, az áramlási görbék pontos helyzete egyik napról a másikra csak több száz kilométeres pontossággal adható meg. A szélességek a ballon szolgálati magasságban 50—200 km/h, orán-csatornákban pedig 300—400 km/h nagyságrendűek.



1. ábra.



2. ábra.

Az áramlási görbék és szélességek ismeretében megállapítható, hogy egy ballon 6 nap alatt képes a Nyugat-Európa, Kíev, Szverdlovsk, Tomszk, Peking, Tokió, összesen 12 500 km-nyi útvonal befutására. Megfelelő áramlási sebesség (orkáncsatorna) felhasználásával a léggömb a fenti útvonalon két nap alatt is végig futhat, amint az a 4. ábra alapján is nyilvánvaló. Meteorológiai kutatások és statisztikai adatok szerint a nyugati szelek övét a 18 000 m-es magasságig körülmények felett állandónak lehet venni. Az időjárás helyzet jó kiválasztásával és jó előrejelzéssel lehetőség van arra, hogy a hűsítőn ballon céljához érjen és alkalmas módon leihívható legyen.

## 3. Elektronikus berendezés

### 3.1. A léggömb utazása alatti funkciók vezérlése

A léggömb utazása alatti funkciók vezérlésére szolgáló elektronikus berendezés működési vázlatát az 5. és a 6. ábrákon mutatjuk be. A funkciók részben periódikusak, részben időzítettek, részben pedig magasságfüggők. A vezérlő berendezés (6. ábra) időrendi sorrendben az alábbi funkciókat vezérli:

Indítás után mintegy 5—10 óra múlva az 1. kapcsoló bekapcsol és ez a kapcsoló biztosítja, hogy a ballon leszállása alkalmával működő magasságfüggő funkciók a felszálláskor ki le-



3. ábra.



A 7 időzírtet kapcsoló az I kapcsoló bekapcsolásától számított két nap múlva kikapcsolást jelez. A fűtési rendszer működését Ezután a 8 periódikus kapcsoló a fűtőkészlet és egyéb berendezések között 25 másodpercenként a ballonhoz viszonyítva 1.5 fokot eljuttatja. A 9 periódikus kapcsoló 61%, percnélként a fűtőkészlet egységgel felvételt készített. Egy-egy fűtőkészlet között a fűtőkészletgép a ballonhoz viszonyítva 22.5 fokkal fordul el. A fűtőkészlet egység csak megfelelő hőmérsékletű vizet juttat ki a csatlakoztatott radiátorok felé.

A 10 időzírtet kapcsoló a fűtőkészlet fűtőelem méri. A 11 időzírtet kapcsoló a fűtőkészlet kezdetétől számított négy nap elteltével leállítja a fűtőkészlet egység működését, ennekövege a fűtőkészlet

A 7 időzírtet kapcsoló az I kapcsoló bekötéséről számított két nagy művelethez csatlakoztatott egység működését. Ezután a 8 periódikus kapcsoló a fényképező és egyéb berendezéseket 25 másodpercenként a ballonhoz viszonyítva 1.5 fokkal elforgatja. A 9 periódikus kapcsoló 61/percenként a fényképező egységgel felvételt készített. Egy-egy fényképezés közt a fényképezőgép a ballonhoz viszonyítva 22.5 fokkal fordul el. A fényképező egység csak megfelelő távolságra állhat a ballonhoz, ezért az egység magasságát a fényelem méri.

A II időzírtet kapcsoló a fényképezés kezdetétől számított négy nap elteltével leállítja a fényképező egység működését, ennekövéga a fény-



Az 1 kapcsoló bekapcsolása után három nappal a 10 kapcsoló a rádiók működését lehetővé teszi. Összevetve ezt az előbb elmondottakkal látjuk tehát, hogy a fényképezés a rádiózás előtt egy nappal indul, ami annyit jelent, hogy a léggömb indítói az említett lokátoros méréseket követő három napon át a léggömből további ér-

A rövidhullámú adó 30 percenként a 12 periodikus kapcsoló segítségével 33 másodpercig hívőjelet és 42 másodpercig mérőjelet ad. Az ultrarövidhullámú adó 15 percenként a 13 periodikus kapcsoló segítségével 60 másodpercen keresztül ad hívőjelet, utána 14 periodikus kapcsoló 45 másodpercig vételez kapcsol, az esetleges leszállítási parancsot várva. Mindkét rádió hívőjelet az M2 motor működteti a 14/a, 15, és 16 kapcsolók segítségével.

### 3.2. A léggömb lehívása.

A fentiekben leírt URH rádió vételi periódusa alatt lehet a vevőnek *leszállítási parancsot* adni. Erre a célra 15 percenként 45 másodperc áll rendelkezésre.

A *leszállítási parancs* hat számjegyű impulzus csoport. Ebből az első négy számjegyet a 45 másodperces vételi periódus alatt kell a földi



lehívó rádióadón letárcsázni. Ha a négy számjegy a készülék beállításának megfelel, akkor az ÜRH rádió adásra vált át és ezáltal jelzi, hogy a négy számjegyet vette. Adás után a 17 hókácsoló vételre vált vissza. Ettől kezdve a berendezés periódikusan adásra, ill. vételre áll és várja a leszállítási parancs utolsó két számjegyét.

A beérkező számjegyeket regisztráló berendezés kapcsolástechnikailag olyan megoldást, hogy az első négy számra beérkező téves vagy hibás szám vétele esetén az addig vett jeleket is érvényteleníti. Egyrészt ezáltal, másrészt a berendezésként alkalmazott különböző frekvenciákkal lehetetlenné teszi, hogy a léggömböt avatatlanként lehívassák. A leszállítási parancs utolsó két számjegyének elvétele már nem vonja maga után az első négy szám érvénytelenítését, tehát vételi periódusunként bármikor leadható.

A hat számjegy vétele után a vezérlőberendezés automatikusan kibővíti a vaspornehézes doboz fenekek és robbantással szétválasztja a tartórudakat. Ezáltal az alsó tartórúd a rajta-függő fényképező és elektronikus egységgel csatlakozik le, az az ejtőernyők a szétválasztók kinyílnak. Ugyancsak a szétválás alkalmával egy kapcsoló mindkét adott bekapcsolja; ezek állandóan hívójelüket adják és így jelzik, hogy a leszállás folyamatosan van.

Ha a leereszkedő berendezés a 6000 m magassáig jutott, akkor egy barometrikus kapució robbantással ledobja az elektronikus egységet is. Ennek a megoldásnak az a célja, hogy a fényképező egység a végsővel nagyobb biztonságban érhesse földet. Abban az esetben, ha a léggömb valamilyen oknál fogva süllyedne, a vezérlő berendezés 4600 méteren a barometrikus kapcsoló segítségével leválasztja a fényképező és az elektronikus egységet; az ejtőernyők segítségével együtt leereszkedik a föld felé, miközben az adók állandóan hívójelüket adják. Ilyen lezállások az elektronikus berendezést a vezérlő egység nem robbantja le.

Ha a fényképező egység tengerre ereszkedik le, akkor az oldalra erőitett tengeri vérszódó áramforrása a víz hatására aktiválódik és az adó a telep kimerültségét periódikusan hívójelét adja. Minden berendezésnek 3 betűből álló hívójele van, amely ballononként és más és más. A tengeri vérszódók egyébként azonos frekvencián dolgoznak.

### 3.3. Áramforrások.

A teljes berendezést egy ezüstoxidos akkumulátortelep táplálja. Ez a telep két részre oszlik, mindkét egység üzemi feszültsége 6 V. Az egyik egység 3 db párhuzamosan kapcsolt telepből, a másik egység pedig 1 db telepből áll. A párhuzamos kapcsolt telep névleges kapacitása 180 Aóra, a másik telep pedig 60 Aóra. Elektrolitként kaliumhidroxid oldatot alkalmaznak.

A tengeri vérszódó áramforrása egy 180 V-os anódteléből, továbbá két 6 V-os fűtőtelepből áll. Mint említettük, ezek a telepek folyadékkal való érintkezés hatására aktiválódnak. Az aktiválás után feszültségük cellánként 10  $\Omega$ -os terhelés esetén 1,05 V-ról indul és mintegy 3 óra eltelté után éri el az 1,35 V-os csúsfeszültséget.

A vérszódó anódtelére 180 cellás, a fűtőtelepek egyenként 5 db cellából állanak. Ezek pozitív elektródája rézklorid, negatív elektródája magnézium, elektrolitként pedig celulózréteg szolgál. Az anódtel kapacitása cellánként 10  $\Omega$  külső ellenállás bekapcsolása esetén 2 Aóra. Az egyik fűtőtelep hasonló terhelésnél 4 Aóra, a másik 16 Aóra kapacitásának mutatkozik. Az aktiváló folyadék beomlását elzáró dugó működését 2 db sorbekapcsolt ezüstklorid magnéziumelem végzi. Ezek cellánként 1,55 V feszültséget adnak 10  $\Omega$  ellenállással való terhelés alkalmával. Megjegyzendő, hogy ezek az elemek is folyadékkal való érintkezés hatására aktiválódnak.

Az áramforrások és fényképező egység működésének hőtérhelés elleni védelmére nagyszámú (500 db) desztillált vízzel töltött műanyagpalack szolgál.

### 4. Fényképező berendezés

#### 4.1. Fényképezőgép.

A léggömb legfontosabb funkciója a fényképezés. Minden egyéb funkció a berendezés közvetve vagy közvetlenül a fényképezőgép megfelelő körülmények közötti működtetésének biztosítására szolgál.

A vizsgált léggömbök felszereléséhez tartozó fényképezőgép lencséje Topogon-típusú, Metrogon márkájú. Ezt az amerikai szaktudományi intézmények mérőobjektívnek tartja. A lencse látószöge 73°21', gyújtótávolsága 6 hüvelyk (152,3 mm) körül van, az egyes példányoknál kis gyújtási eltérésekkel. A lencse által érzékeny kinyitott képméret 240×240 mm.

Figyelemreméltó, hogy a negatívot rögzítő üveglapon egyeztető jelek vannak, ezenkívül a gyújtótávolság százmilliméteres pontossággal megadott értéke is fel van tüntetve. Felvétel alkalmával ezek az értékek a filmre másolódnak. A gyújtótávolságnak és a rögzítő jeleknek ilyen pontossággal megadása csak mérőkameráknál szokásos. Eppen ezért, valamint a lencse minősége folytán is ezt a fényképezőgépet mérőkamerának tekinthetjük.

A lencse feloldóképessége 0,0016 mm, vagy ennél jobb. A mérés felő határát a mérésnél alkalmazott optikai berendezések minősége szabja meg. Ez a feloldóképesség nyilvánvalóan mondható és biztosítja, hogy a negatívanyag tulajdonságait a legvégsőig lehessen kihasználni.

A fényképezőberendezésben két lencse van: ezek optikai tengelye egymással 88°55' szöget

zár be. Ennek alapján a lencsepárral olyan felvételek készíthetők, amelyek közös részét függőleges tengelyűnek, szelő részét pedig perspektívnek tekinthetjük. A lencsék ilyen elrendezése igen nagy terület felvételét teszi lehetővé és az így készített felvétel az azonos magasságból készített függőleges tengelyű felvételen ábrázolt területnek mintegy négyszeresét foglalja magában.

Mivel a ferde képhatás folytán a kép kiértékelhetősége fedés esetén nagyobb, mint a függőleges tengelyű felvétel alkalmával, ezért azonos pontosságra törekedve a kétfős ferdetengelyű felvétel során kb. hatszor akkora területet lehet egyetlen felvétellel felvenni, mint függőleges tengelyűvel. A kamera síkjában a nadirponttól számítva jobbra és balra 12 500 m-es felvételi magasságból 36 500–36 500 m, 20 000 m-ről pedig 58 500–58 500 m távolságon belül eső területek rajzolódhatnak ki.

A fényképezőgép pillanatzárának expozíciós ideje 1/180 sec. Az alkalmazott negatív anyagok ilyen módon nagyobb magasságból is kelendő expozíció felvételeket lehet a földfelszínről készíteni.

#### 4.2. Film.

A fényképezőgépben használt filmet 380–700 m-es kádózt érzékeny, más szóval pánfilm, amely szemcsészetét tekintve kifejezetten aerotípú. Emellett a film érzékenysége 23/10 DIN fok, vagyis az adott szemcsészettséghez képest igen jó minőségű. Az alkalmazott szűrő az 500 m-nél kisebb hullámhosszú kéksínű sugárzást teljesen kiszűri, vagyis alkalmas a légköri párszűrő kekes színének elűntetésére. Anyaga alapján a film igen kíváló minőségű légi fényképek készítését teszi lehetővé.

#### 4.3. Nap-perizód.

A fényképezőberendezést egy úgynevezett nap-perizód egységű ki. Ez a készülék arra szolgál, hogy segítségével a kamerának a vízszinteshez való helyzetét, valamint a Napnak a kamerához viszonyított helyzetét minden egyes felvétel alkalmával rögzíteni lehessen. A vízszinteshez viszonyított helyzet egy libella állásából, a Nap helyzete pedig egy lencserendszeren keresztül vezített és keskeny filmszalagon rögzített fénypont elhelyezkedéséből állapítható meg. Ugyanezkor egy mágnesű osztása is a képre vetődik, ebből meg lehet állapítani a kamerák tengelyének mágneses orientációját.

A libella pontossága 10 szögperc, a napmagasság meghatározásának pontossága ugyanennyi. Ha a legkedvezőtlenebb esetet véve, a hibák összegződnek, akkor a beépített órá adatainak pontosságát is figyelembe véve a ballon földrajzi helye a földrajzi koordináták szerint mintegy fél fokos pontossággal határozható meg. A földrajzi hely meghatározás pontossága ugrásszerűen

megnövekszik az esetben, ha néhány jól sikerült és geográfaiailag jól meghatározott pontot tartalmazó fényképfelvétel is van.

A nap-perizód adatait rögzítő keskenyfilm-berendezés kényszerkapcsolatban van a kamerával, és azaz egyidejűleg működik.

#### 4.4. A felvételi technika néhány kérdése.

Már említettük, hogy a berendezés alsó része, vagyis a fényképezőkészlet a léggömbhöz viszonyítva forogt és pedig két fényképfelvétel közötti időben (0,4 perc) összesen 22,5°-ot, így az egyes képpárok a ballon előrehaladása folyamán hossztengeleyükkel egymáshoz viszonyítva szintén elfordulnak. Az egymás után következő felvételek által lefedhető terület különböző sebességekben különbözőképpen alakul. Még akkor is, amikor a szélesség igen nagy, számos területet, sőt háromas fedést, más szóval ugyanazt a helyet két-három különböző álláspontból készült, ferdetengelyű felvétel tartalmazza.

Ha a berendezés alsó része nem forog, akkor nagyobb szélességeken a képsorban kedvezőtlenebb átfedés alakul ki, esetleg az átfedés a képek között a képsor közepén teljesen hiányzik. Az átfedés ténye biztosítja, hogy ha az egyik körülmények kedvező, akkor 12 500 m-es magasságból a két mező jelentős részében hűdászulag, egyes részben pedig hűdászulag is kiértékelhető képpárok készüljenek. 15 000 m-es felvételi magasság esetében a lencse felbontóképessége lehetővé teszi az utak és dűlőutak kirajzolását.

A kiértékelés során figyelembe kell venni, hogy a felvétel a fényképek középső részén függőleges, a széleken pedig erősen ferde tengelyű. Emellett a képek külső részein az esetleges domborzat miatt számottevő mértékű takarások (holt-terek) lehetségesek.

A lencserendszer tulajdonságai alapján képes igen jó minőségű felvételek készítésére is. Ez esetben az egyes felhők magassági viszonyai is jól tisztázhatók, a képek egyes részeiben ki is mérhetők.

Felvehetők még az a kérdés: mi a valószínűsége annak, hogy a berendezésnek sikerül a földfelszínről fényképfelvételt készíteni. A ballon útjánban érint felhővel borított és felhővel nem takart területeket. A ciklonterületen területen a felhőzet általában nem teszi lehetővé a földfelszín fényképezését, azonban a különböző statisztikákból meg lehet állapítani, hogy a kontinensek feletti az évi borultság általában 0,5–0,6 érték körül van, tehát hosszú útvonalon (mint amilyen a ballonoké), legalább 30%-ra tehető annak a valószínűsége, hogy a léggömbből használható földfelszínfelvételek készülnek.

Ha a ballonokat egymás után fénypáns időközben indítják, akkor elcsúsz az az elvenetés

ia, hogy a ballon útjának felét éjszaka teszi meg és ezért az útvonal feléről nem készíthetnek felvételeket. A nem teljes borultságú területeken a helyzetet a 30%-osnál még jobb, ul. a ferde perspektíva következtében, valamint a nagy felfedések miatt a fényképezőberendezés a nem összefüggő felhőtakaró egyes részeinek „alaja lát”.

#### 5. Összefoglalás. Nyugati közlések a léggömbökről

Az elmondottak alapján nyilvánvaló, hogy a legújabb léggömb-berendezés felderítési előrelátást szolgát. A nyugati, elsősorban amerikai sajtóban megjelent közlemények [1, 2] azt hangsúlyozzák, hogy a ballonok meteorológiai rendeltetésűek, amelyek csak véletlenül kerültek a béke-tábor országainak légterébe.

Ugyanakkor a közelmúltban megjelent egyik

közlemény [2] beismeri, hogy hasonló léggömbök fotogrammetriai felvételek készítésére alkalmazhatók, egyszerűsített egyéb alkalmazási területekre is rámutat. Ilyen pl. rakéták nagy magasságban léggömbökről történő indítása. Egy további alkalmazási lehetőséggel az amerikai légierő ez év őszén tesz kísérletet: sztratoszférikus, 27 000 m-es magasságból vezetnek ejtőernyős ugrást. Mindezekből arra a következtetésre juthatunk, hogy nyugaton, főként az Egyesült Államokban kiterjedt mértékben foglalkoznak a ballonok legkülönbözőbb katonai alkalmazásával. A léggömb-technika terjedését elősegíti, hogy viszonylag olcsó és gyorsan, nagy mennyiségben előállítható eszközökről van szó.

#### Irodalom:

- [1] Sci. News Lett., 69, 117, (1936).
- [2] Sci. News Lett., 69, 234–235, (1936).

ANTAL ANTAL OTTO  
MERNOR-SZÖS.

## Az infravörös sugárzás és katonai alkalmazásai

### 1. Az infravörös szinképtartomány

Ha a Nap, vagy az ivámpa szinképet emyon fel-fogjuk és a szinképen galvanométerhez kapcsolt termoelektrométer vizuális vagy, akkor az ibolyától a vörös felé haladva a galvanométer kitérése folytonosan növekszik. A vörös innen — tehát ahol semmit sem látunk — a kitérés egy darabig még fokozódik és csak nagyszámú látványban szűnik meg.

Ezt a fényt, mely a vörösnél még, vagy infravörös sugárak kísérelt bizonyítja, Herschel fedezte fel: konnekt hőmérővel HgO-ban, később interferencia kísérletek igazolták, hogy az infravörös fény hullámhossza a látható fényénél nagyobb.

A kimutatott hőhatás az infravörös tartományban bizonyos hullámhosszú (2–10) kezdve a nagyobbak felé azert csökken, mert a spektroszkóp üvegcsőben és piramán a nagyobb hullámhosszú infravörös fényt elnyelik. A kvare kb. 4  $\mu$ -ig átengedi, a kősz 16  $\mu$ -ig, a szilvén 23  $\mu$ -ig, egészen hosszú hullámoknál pedig látni a kvare erősen át, más szóval a kvare a közepes hullámhosszú infravörös sugárakat elnyeli. Ezért kb. 23  $\mu$ -on túl a spektroszkópok nem használhatók és így a hullámhosszak ezülvázlatára (ez az keskeny hullámhossz-tartományok elkülönítésére) más módszereket kell találni.

Egyik ilyen eljárás az ún. maradék sugárak módszer (Rubens). Ez azon alapszik, hogy sok kristály bizonyos hullámhosszra fényt a többször fölé erősebben ver vissza. Ha tehát egy folytonos szinképi fényforrás fényt ilyen kristályon többször visszaverünk, akkor el fogjuk érni, hogy a megmaradó sugárzás csaknem monotonitikus lesz. A hullámhossz méréseére különböző interferenciák szolgát.

Az infravörös fény kimutatása és intenzitásának mérése céljából többnyire a sugárzás-elnyelés útján keletkező hőt méri. Az ilyen készülékek az ismert (előzetesen beismert) termoelektrométer, termoelektrométer, az elektromos ellenállásnak a hőmérséklettel való változására alapuló bolometerek és a radiométerek. 1–2  $\mu$ -ig specielisan érzékenyített (szinképtartomány) fényképező anyagok (fémek, filmek) és a fém-elektromos hatáson alapuló készülékek is használhatók.

### 2. Az infravörös sugárzás főbb tulajdonságai

#### 2.1. Sugárkibocsátási képesség (emisszió).

Minden test hőmérséklete és felületi állapot meghatározott sugárzást bocsát ki. A gyakorlati életben általában előállítható hőmérsékletek esetében a sugárzás nagy része az infravörös tartományba esik.

A sugárzásra vonatkozó kvantitatív összefüggések megállapítása céljából szokás valamely test emisszió (abszorpció) képességét,  $\epsilon$ -t definiálni: ez a testre eső

sugárzásat energiának az a tört része, amelyet a test elnyel.

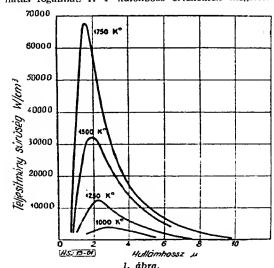
A test  $\epsilon$  sugárkibocsátási (emisszió) képességén a test felületére 1  $\text{cm}^2$ -s darabja által 1 sec alatt az egységnyi térfogatban a felületre merőleges irányban kisugárzott fényenergiát értjük. Ezen fontos itt egy új fogalom bevezetése: azt a testet, amely a réső, bármely hullámhosszú sugárzást teljesen elnyel, abszolút fekete testnek nevezik. Ennek abszorpcióképességét  $A$ -val, emisszióképességét pedig  $\epsilon$ -vel jelöljük. A definíciának megfelelően  $A = 1$ . Azt gyorsan tessék az  $\epsilon$  és az  $A$  értéket bármennyire is eltérőek, azonban az  $\epsilon$  viszony minden testnél ugyanaz és csak a hullámhosszok és az abszolút hőmérsékletnek a függvénye. Ez a függvény nem más, mint az abszolút fekete test sugárkibocsátási képessége:

$$\epsilon = \epsilon_1 = \dots = \epsilon = E(\lambda, T) \quad (1)$$

Az (1) összefüggés Kirchhoff törvénye. Azt a problémát, hogy a fekete test sugárkibocsátási képessége hogyan függ a hullámhossztól és a hőmérséklettől, más szóval az  $E(\lambda, T)$  függvény Planck állapította meg:

$$E(\lambda, T) = \frac{2\pi h c^2}{\lambda^5} \frac{1}{\exp\left(\frac{hc}{\lambda kT}\right) - 1} \quad (2)$$

ahol  $h$  a Planck-féle,  $k$  a Boltzmann-féle állandó,  $c$  a fénysebesség,  $T$  pedig az abszolút hőmérséklet. E képlet felállítására vette be a fizikába a kvantumtárhást fogalmát. A  $T$  különböző értékeinek megfelelő



1. ábra.

görbék az 1. ábrán láthatók. Ezekből az alábbi törvény-szerűségeket vonhatjuk le:

a) A görbe és az abscissa által bezárt terület (más szóval a fekete test kisugárzása teljes energiát)  $T^4$ -al arányos, azaz:

$$E_{\text{teljes}} = \sigma T^4$$

1. Hasonló módon definiálható a  $\lambda$  áteresztési és a  $\lambda$  visszaverési reflexiók, képzése, a további nyilvánvalóan igaz, hogy:

$$a + r + \rho = 1$$

2. Mind az  $a$  mind az  $r$  a  $T$  abszolút hőmérsékletnek és  $\lambda$  hullámhosszának függvénye, azaz:

3. Hasonló módon definiálható a  $\lambda$  áteresztési, azaz:

Ez a Stefan-Boltzmann-féle törvény?

b) A fekete test maximális sugárkibocsátási képességéhez tartozó hullámhossz ( $\lambda_{\text{max}}$ ) az abszolút hőmérséklettől fordítva arányos, vagyis:

$$\lambda_{\text{max}} T = \text{állandó} (= 0,2898 \text{ cm} \cdot \text{K}) \quad (4)$$

Ez a Wien-féle eltolódási törvény.

Ezekből következik, hogy a fekete test felületéből kibocsátott teljes sugárzási energia az abszolút hőmérséklettől gyorsan csökken s a maximum helyre a hőmérséklet eltolható hőmérsékletre vonatkoztatva 10  $\mu$  és 1  $\mu$  között változik. A tapasztalatok kiműködésén Planck-féle sugárzási törvényből a Stefan-Boltzmann-törvény integrálással, a Wien-féle törvény pedig differenciálással állhat levezetendő. E sugárzási törvények jelentősége, hogy némely sugárzó test (fényforrás) csak az egyik viselkedik (pl. a tiszta színezőanyagok) (vagy 3500  $^{\circ}\text{C}$ -on).

Ha valamely anyagot  $E(\lambda, T)$  görbéje az abszolút fekete test görbéjéhez arányosan közelít, akkor az esetben az abszorpcióképesség nem függ a hullámhossztól. Ilyen például a volframszálas izzólámpa, amelynek a színhőmérséklete 2800  $^{\circ}\text{K}$ , vagy a színezőanyagok lángok (gyertyaláng 1300  $^{\circ}\text{K}$ , a petróleum 2045  $^{\circ}\text{K}$ , az acéltű pedig 2410  $^{\circ}\text{K}$  színhőmérséklettel).

Számos olyan fényforrás ismeretes, amelyeknek a sugárzása elér a fekete, vagy a szürke test törvényétől. Az a abszorpcióképesség ezek esetében kénytelenesen függ a hullámhossztól: az ilyen testek sugárzást szelektív sugárzásnak nevezik. E fényforrások közül a legfontosabbak az Auer-dugó és a Nernst-féle szál. Az előbbi igen erős fényt bocsát ki a látható mellett az infravörös tartományban is (10–15  $\mu$  körül maximummal, a Nernst-lámpa maximális emissziója 1,5  $\mu$  körül van. Az elmúlt három évtized katonai célokra szolgáló infravörös fényforrások előállítását olyan körülmények ismételték, amelyek 0,25  $\mu$ -tól 3  $\mu$ -ig folytonos szinképet ad. Az általánosan alkalmazott lumineszkáló anyagok közül a céziúmgázos lámpa emisszió méltó. E lámpa legnagyobb emissziója 0,821 és 0,894  $\mu$  között esik. Egy 50 V feszültségű céziúmgázos lámpa 10 amper áram esetén az infravörös tartományban 121 wattnyi teljesítményt nyújt.

#### 2.2. Az infravörös sugárak abszorpciója.

Az infravörös sugárzás katonai alkalmazása szempontjából is fontos jellemzője annak terjedése anyagi közegben. A sugárzás elnyelése két, teljesen különböző jelenség következtében léphet fel.

a) A tulajdonságok elszórási (tiszta abszorpció) az átható anyag vastagságának exponenciális függvénye az  $I$  vastagság (párhuzamos felület) és az áteresztőképessége:

$$T = \frac{I_0}{I} \exp(-\beta l) \quad (5)$$

ahol  $I_0$  a fény eredője,  $I$  a fény utáni sugárintenzitás,  $\beta$  pedig a sugárterjedési együttható. Az  $\epsilon$  abszorpció  $1 - T$ -vel egyenlő.

Egy adott anyagra nézve az áteresztőképesség változása a hullámhossz függvényében bonyolult jelenség ugyan, azonban az elnevezett szinképek és az áteresztőképesség tanulmányozása olyan anyagok előállításához vezetett, amelyek az infravörös sugárakat gyorsan átengedik.

3. A fekete test sugárzása a  $T^4$ -al arányos, azaz:

$$E_{\text{teljes}} = \sigma T^4$$

4. Hasonló módon definiálható a  $\lambda$  áteresztési és a  $\lambda$  visszaverési reflexiók, képzése, a további nyilvánvalóan igaz, hogy:

$$a + r + \rho = 1$$

5. Mind az  $a$  mind az  $r$  a  $T$  abszolút hőmérsékletnek és  $\lambda$  hullámhosszának függvénye, azaz:

6. Hasonló módon definiálható a  $\lambda$  áteresztési, azaz:

$$T = \frac{I_0}{I} \exp(-\beta l)$$

ahol  $I_0$  a fény eredője,  $I$  a fény utáni sugárintenzitás,  $\beta$  pedig a sugárterjedési együttható. Az  $\epsilon$  abszorpció  $1 - T$ -vel egyenlő.

Egy adott anyagra nézve az áteresztőképesség változása a hullámhossz függvényében bonyolult jelenség ugyan, azonban az elnevezett szinképek és az áteresztőképesség tanulmányozása olyan anyagok előállításához vezetett, amelyek az infravörös sugárakat gyorsan átengedik.

7. Mind az  $a$  mind az  $r$  a  $T$  abszolút hőmérsékletnek és  $\lambda$  hullámhosszának függvénye, azaz:

8. Hasonló módon definiálható a  $\lambda$  áteresztési, azaz:

$$T = \frac{I_0}{I} \exp(-\beta l)$$

ahol  $I_0$  a fény eredője,  $I$  a fény utáni sugárintenzitás,  $\beta$  pedig a sugárterjedési együttható. Az  $\epsilon$  abszorpció  $1 - T$ -vel egyenlő.

Egy adott anyagra nézve az áteresztőképesség változása a hullámhossz függvényében bonyolult jelenség ugyan, azonban az elnevezett szinképek és az áteresztőképesség tanulmányozása olyan anyagok előállításához vezetett, amelyek az infravörös sugárakat gyorsan átengedik.

9. Mind az  $a$  mind az  $r$  a  $T$  abszolút hőmérsékletnek és  $\lambda$  hullámhosszának függvénye, azaz:

10. Hasonló módon definiálható a  $\lambda$  áteresztési, azaz:

$$T = \frac{I_0}{I} \exp(-\beta l)$$

ahol  $I_0$  a fény eredője,  $I$  a fény utáni sugárintenzitás,  $\beta$  pedig a sugárterjedési együttható. Az  $\epsilon$  abszorpció  $1 - T$ -vel egyenlő.

Egy adott anyagra nézve az áteresztőképesség változása a hullámhossz függvényében bonyolult jelenség ugyan, azonban az elnevezett szinképek és az áteresztőképesség tanulmányozása olyan anyagok előállításához vezetett, amelyek az infravörös sugárakat gyorsan átengedik.

11. Mind az  $a$  mind az  $r$  a  $T$  abszolút hőmérsékletnek és  $\lambda$  hullámhosszának függvénye, azaz:

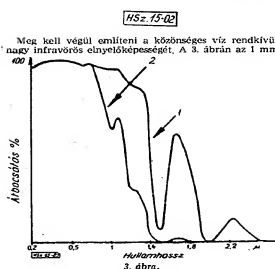
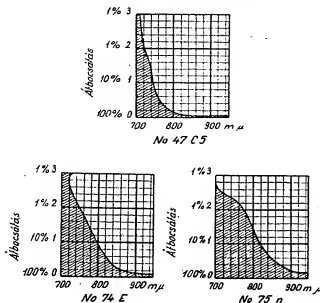
12. Hasonló módon definiálható a  $\lambda$  áteresztési, azaz:

$$T = \frac{I_0}{I} \exp(-\beta l)$$

ahol  $I_0$  a fény eredője,  $I$  a fény utáni sugárintenzitás,  $\beta$  pedig a sugárterjedési együttható. Az  $\epsilon$  abszorpció  $1 - T$ -vel egyenlő.

Egy adott anyagra nézve az áteresztőképesség változása a hullámhossz függvényében bonyolult jelenség ugyan, azonban az elnevezett szinképek és az áteresztőképesség tanulmányozása olyan anyagok előállításához vezetett, amelyek az infravörös sugárakat gyorsan átengedik.

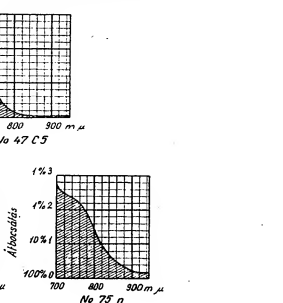
gítás nélkül engedik át. Ez teszi lehetővé megfelelő szűrő készítését és ezáltal a szabad szemmel nem látható infravörös sugárzás elválasztását. A leggyakoribb szűrőket úgy készítik, hogy két üveglap közöt színezett zselatintréteget helyeznek el. Az amerikai Wratten-Kodak szűrő mangánval színezett üvegből készült. Ilyen szűrők áteresztőképességét mutatja a 2. ábra.



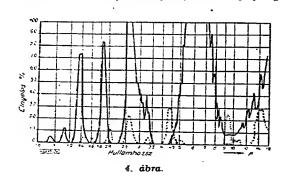
3. ábra. A káliumpermanganát 0,1%-os vizes oldatának az infravörös sugárzás elnyelési képességét. A 3. ábrán az 1 mm vastagságú oldat elnyelési képességét mutatja a 3. ábra.

és az 1 cm vastag vízréteg áteresztőképességét láthatjuk. Ez utóbbi réteg gyakorlatilag a teljes infravörös sugárzást elnyeli. A víznek ezt a tulajdonságát már régóta alkalmazzák a sugárforrások fel nem használható sugárzásának elnyelésére.

b) Molekuláris elnyelés. Az infravörös sugárzás kvantumenergiája nagyságrendileg azonos a molekulá-



ris rezgések energiájával, akár a molekula rotációjáról, akár longitudinális rezgéséről, akár deformációjáról van szó. Tapasztalat szerint a molekulák hosszirányú rezgésénél 0,5 és 3  $\mu$  közötti elnyelési sávok figyelhetők. A molekula rotációs mozgása 25–30  $\mu$  közötti, a vibrációs-rezgési mozgások 3–25  $\mu$  közötti elnyelési sávokat eredményeznek.



4. ábra. A káliumpermanganát 0,1%-os vizes oldatának az infravörös sugárzás elnyelési képességét. A 4. ábrán az 1 mm vastagságú oldat elnyelési képességét mutatja a 4. ábra.

a hullámhossz egy bizonyos vastagságú, por- és ködmentes levegőre nézve rossz áteresztőképességű szűrőszövetet mutat. E szűrőszövet kizárólag a víz, a széndioxid és esetleg az ózon jelenléte vezethető vissza. Különösen az 1,5–1,8  $\mu$ , 1,4–2  $\mu$ , 2,0–3  $\mu$  és 5–8  $\mu$  közötti intervallumok bármelyike továbbterjedés számára áthatolhatatlank; ezek létezése mind a víz, mind a széndioxid tulajdoni.

A diffúzió okozta elnyelés a legkérdésesebb, mert az elnyelési tényező az elnyelési sugárzás és az elnyelési sugárzás arányában áll. A diffúzió okozta elnyelési tényező növekszik, ha a sugár közel esik a hullámhosszhoz. A száraz ködök ilyen pl. a nári napok grana ködök 0,5  $\mu$ -nál sokkal kisebb méretű, finom részecskékből állnak, és így erősen akadályozzák a sugárterjedést. Ilyen esetben a hullámhossz megnövekedése javítja a látási viszonyokat. Ha a csapadékhoz sugár a hullámhosszhoz képest igen nagy (nagy ködök esetén, akkor a látási viszonyok nem javulnak, hanem a ködök továbbterjednek és az infravörös sugárzás elnyelési tényezője is növekszik.

3. Az infravörös sugárzás katonai alkalmazása. Az ismertetés során elsősorban az elmúlt háborúban használt, kisebb részben pedig azóta kifejlesztett készülékekkel foglalkozunk. E készülékek nagyjából két csoportra oszthatók, illetve a régebbiek korszerűsített formáit a nyugati hadsereg alkalmazzák.

A felhasználás szempontjából az infravörös sugárzást három csoportra osztjuk: közeli (0,7–1,4  $\mu$ ), közepes (1,4–4  $\mu$ ) és távoli (4–15  $\mu$ ) tartományra.

3.1. A közeli infravörös sugárzás felhasználása. Számos olyan készülék van, amely ebben a tartományban dolgozik. Itten ugyanis a viszonylag nagy energiájú fotonok a sugárzást könnyen kimutathatósá teszik.

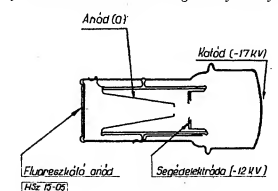
3.1.1. Fényképezés és álcázás. Ma a légvédelmi célok miatt az infravörös sugárzást a leggyakrabban a közeli tartományban használják.

A rejtés lényege a terep valós összehangolódás biztosítása. A közönséges, látható fényre eredményes álcázás hatástalan lehet a nagyobb hullámhosszú, infravörös sugárzásokkal szemben. Frissen vágott gallyak pl. az infravörös fényképezés segítségével az élő fáktól megkülönböztethetők.

3.1.2. Infravörös távcső. Ez a készülék sugárzó és a tulajdonképpen észlelő távcsőből áll. A sugárzó olyan fényképező készülék, amely az álcázást akkurát az infravörös fényképezés figyelembevételével végrehajtani, szükséges a terepet a sugár visszaverése és elnyelése szempontjából megvizsgálni. Igen fontosak a távcső, a ködök átlátszóságára vonatkozó kísérletek, mert ezekből tájékozódhatunk az egyes készülékek felhasználási lehetőségeiről. Az infravörös fényképezés elleni álcázás céljára meg lehetne jól beváltat egyes különleges szerves festékekkel festett ruhák, rejtőhálóak stb.

Akár arról van szó, hogy az infravörös fényképezést alkalmazzuk, akár pedig az álcázást akkurát az infravörös fényképezés figyelembevételével végrehajtani, szükséges a terepet a sugár visszaverése és elnyelése szempontjából megvizsgálni. Igen fontosak a távcső, a ködök átlátszóságára vonatkozó kísérletek, mert ezekből tájékozódhatunk az egyes készülékek felhasználási lehetőségeiről. Az infravörös fényképezés elleni álcázás céljára meg lehetne jól beváltat egyes különleges szerves festékekkel festett ruhák, rejtőhálóak stb.

3.1.2. Infravörös távcső. Ez a készülék sugárzó és a tulajdonképpen észlelő távcsőből áll. A sugárzó olyan fényképező készülék, amely az álcázást akkurát az infravörös fényképezés figyelembevételével végrehajtani, szükséges a terepet a sugár visszaverése és elnyelése szempontjából megvizsgálni. Igen fontosak a távcső, a ködök átlátszóságára vonatkozó kísérletek, mert ezekből tájékozódhatunk az egyes készülékek felhasználási lehetőségeiről. Az infravörös fényképezés elleni álcázás céljára meg lehetne jól beváltat egyes különleges szerves festékekkel festett ruhák, rejtőhálóak stb.

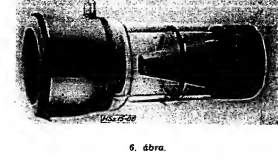


5. ábra.

szóró, amely a látható sugárzás kizárásával a céljából infravörös sugárzást terjeszt. A terepet ennek segítségével világítják meg. A tárgyról visszaverődött infravörös sugárzást egy észlelő berendezés fogja fel. Ez egy távcső, amelynek három fő szerkezeti egysége van:

a) az objektív, amely a megfigyelt alaktól (terepárgyat) egy képalakító infravörös érzékeny katódjára képezi le,

b) a képalakító, végül



6. ábra.





Mindezen infravörös távcsövek működtetése során problémát jelent a képalakító üzeméhez szükséges nagyfeszültség előállítása. Már előzőleg is szó volt egy olyan képalakítócsőről, amelynek táplálásához 17 kV feszültség kell. Ez a feszültség egyes készülékeknél elérheti a 25 kV-ot is, ugyanakkor azonban a cső áramfelvétele mindössze néhány  $\mu A$  nagyságrendű.



10. ábra.

A nagyfeszültség előállítására alkalmasnak lehetnek az alábbiak: a) áramot átváltó vibrátoros feszültségátalakítók, b) elektromotorral hajtott generátorok, vagy pedig c) kisméretű elektrostatikus generátorok. Van olyan angol készlet, amelynek nagyfeszültségű forrást galvánlevegő (Zamboni-erő) adja.

Kisméretű infravörös távcsövek hatótávolsága, amint az elmondottakból kitűnik, nem haladja meg a néhány száz métert. Ennek oka a terjedő (hűtési) és a megfigyelt tárgy közötti kontraszt csökkenése. Messziről nézve a színek ugyanis elmosódnak, a tárgyak azonos színűeké válnak. A nagyobb távolságokkal 1 km-es távolságot is el lehet érni, de ehhez már nagyteljesítményű fényforrás szükséges. A fényforrás teljesítményének növelése általában csak a járműre szerelt berendezések esetében lehetséges, ahol a sugárzó táplálása viszonylag könnyen megoldható.

Meg kell még említeni, hogy az infravörös távcsövek megvalósításakor a feldolgozó részre különösen nagy hangsúlyt kell fektetni, mert a kisméretű távcsövek esetében a kisméretű távcsövek megvalósításának érdekében, misztérium pedig a képalakítócső hatótávolságát növelni kell a fénysugárzás és a közeg között.

A tárgyat felhasználásokon kívül meleg tárgyak megfigyelésére is készíthetünk távcsöveket. Ezek a testek 1- $\mu m$  nagyság hullámhosszra, szemmel nem látható sugárakat bocsátanak ki magukból. Ilyen meleg tárgyak pl. a különböző repülőgépek kipufogó csövei. Ismeretes, hogy a hőérőké hatása viszonylag nem

nagy és a felhasznált energia nagy részét hő-sugárzás formájában a környezetnek adják át. Így pl. egy közönséges repülőgép 500 kW körüli teljesítményt ad át rendkívül meleg gázok formájában a légternek. A gépből távozó gázok által kibocsátott infravörös sugárzás felfedezése azonban nehézségekbe ütközik, sokkal könnyebb a kipufogócső sugárzásának megfigyelése.

Ennek az a magyarázata, hogy a test sugárzása olyan hullámhosszokat tartalmaz, amelyeket a test el tud yelni, ha kívülről sugárzás éri. A kipufogott gázok általában olyan átlátszóak, mint a száraz levegő és hőátvitelüket nem sugárzás révén, hanem kicserélő vezetés útján adják át környezetüknek.

A képalakítócsővel működő infravörös távcsövek harcászati-műszaki jellemzőinek megjavítása során két feladat adódik. Egyrészt növelni kell a hatótávolságot (az ellenségtől való távolságot), amelyen belül a készüléknek használhatóan kell lennie. Másrészt csökkenteni kell a berendezés súlyát és méreteit: ez megkönnyíti a mozgékonyt, megkönnyíti a szállítást, telepítést, kezelést.

A hatótávolság növelését a képalakítócsővek minőségének javításával lehet elérni. Ez egyenértékű feladattal a hűtési viszony növelésével, az érzékelő cső kibocsátási csatlakozásával, kisebb mértékben pedig — nagy hatótávolságú készülékek esetében — a felhőködés javításával. A hatótávolság növelése érdekében a cél megvilágításának fokozása állhat. Ez azt jelenti, hogy növelni kell a reflektor fényerősségét. A fényerősség, mint ismeretes, a reflektor felületi világosságának és a reflektor felületének szorzata. A reflektor átmérőjét nem vehetjük tetszőlegesen nagyobbra, mivel ezáltal a berendezés súlya megnövekedne, ezért a fényforrás felületi világosságát kell fokozni.

A hatótávolság megfelelően korlátozott objektumok és objektumok alkalmazásával is növelhető. Ezáltal javul ugyanis a kép tisztasága és az ugyanazt jelenti, mintha a hatótávolság megnövekedne. Nagy fényerőű optika alkalmazását a méretviszonyok korlátozzák.

Súlycsökkentés szintén az a tudott érzékelő és a cső közötti fókuszáltságnak hasznos átmérője és a cső egész átmérője közti viszonyt minél nagyobbak választjuk. Ez azonos teljesítmény esetén csökkenti a hűtési és a tartóerőszert súlyát. Kisméretű készülékek számára éppen amerikai források 11 cm hosszúságú és mintegy 45 cm maximális átmérőű képalakítócsövet ajánlunk. Súlycsökkentés végül az eredményre a fényforrás infravörös hatótávolságát megfigyelésnek kell követni.

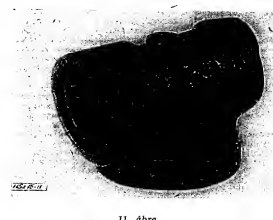
### 3.13. Kisméretű távcső mesterséges infravörös fényforrások felderítésére.

Az előzőekben tárgyalt infravörös távcsövek fontos kiegészítő eszköze a fényforrást alkalmazó infravörös reflektor. Ez a sugárzó — teljesítményétől függően — a teret nemhany tucat méterrel néhány száz méterig terjedő távolságon belül világítja meg ugyan, azonban alkalmas észlelő készülékekkel a reflektor működése több kilométerre is már megfigyelhető.

Ígymondott az infravörös készülékek bevetésével tervezett támadást a megtámadott fél részéről idejekorán fel lehet deríteni, esetleg a reflektorokat ki lehet látni, mindenképpen azonban elcsikar a váratlanság tényezője. Erre a felderítésre egyszerű, kisméretű infravörös távcsövek szolgálnak. E készülékekhez természetesen reflektor nem tartozik.

torokat ki lehet látni, mindenképpen azonban elcsikar a váratlanság tényezője. Erre a felderítésre egyszerű, kisméretű infravörös távcsövek szolgálnak. E készülékekhez természetesen reflektor nem tartozik.

Az ilyen távcső (11. ábra) felépítése az előző sorozattal összefüggő anyagok infravörös fényvel való megvilágítás nyomán fellépő lumineszcencia.



11. ábra.

Szemlelencse alkalmazásával a megfigyelt tárgy infravörös képe látható két formában jelenik meg a passzív alakú foszforeszkáló anyagban. Az optikai rendszer úgy van megtervezve, hogy a távcső egyenes képet adjon.

Ez az első és kisméretű, néhány dekagramm súlyú készülék nemcsak az ellenséges infravörös fényforrást tudja kilométerekről észlelni, hanem egyes újabb kis távcsöveknél is lehetséges a nagy távcsőhöz hasonlóan kisebb távolságon az éjeli látás. Ez a körülmény megnöveli és kis készülék harcászati fontosságát.

### 3.14. Távokészítés infravörös sugárral.

A fénnyel összehasonlítva az emberi hangterít meghaladó távolságokon hirtelen tovább terjed.

Az infravörös sugárzás terjedése a közegben a hangterít terjedéséhez képest sokkal gyorsabb, mert a hangterít terjedése a közeg részecskéinek rezgésén alapul, az infravörös sugárzás terjedése pedig a közeg részecskéinek rezgésén alapul.

Az infravörös sugárzás terjedése a közegben a hangterít terjedéséhez képest sokkal gyorsabb, mert a hangterít terjedése a közeg részecskéinek rezgésén alapul, az infravörös sugárzás terjedése pedig a közeg részecskéinek rezgésén alapul.

Az infravörös sugárzás terjedése a közegben a hangterít terjedéséhez képest sokkal gyorsabb, mert a hangterít terjedése a közeg részecskéinek rezgésén alapul, az infravörös sugárzás terjedése pedig a közeg részecskéinek rezgésén alapul.

Az infravörös sugárzás terjedése a közegben a hangterít terjedéséhez képest sokkal gyorsabb, mert a hangterít terjedése a közeg részecskéinek rezgésén alapul, az infravörös sugárzás terjedése pedig a közeg részecskéinek rezgésén alapul.

bitására. Közvetlen gondolat az infravörös sugárak távközlési alkalmazása. Itt nemcsak egyszerűen egyes infravörös fénykelek átdásáról és azok vizuális észleléséről van szó, hanem egy sugárnyaló modulálásának eszéről is, hasonlóan a rádiótelefonhoz. Az infravörös sugárak kedvező tulajdonsága a rádióhullámokkal ellentétben, hogy természetes és mesterséges elektromágneses zavarok iránt érzéketlenek, továbbá az ellenség részéről nehezen felderíthető fel. Hátrányos sajátosságuk, hogy füstön, ködön, felhőkön nem tudnak áthaladni, a rádióhullámok számára viszont ezek nem akadályok.

Az adás egy útirány, hogy meghatározott irányban infravörös sugárral lefedett kis hőmérsékletű tehetetlen tárgyakat (pl. fémlemez, papírtábla) becsatlakoztatni ki. Kivétel a fémlemez emisszióját általában úgy választották, hogy az adó infravörös fénye könnyen legyen a hűtési megvilágítású elválasztó, aminek a beérkező jelek keskenyvárt váltakozási erőitől egyenlősen elválasztott. A moduláció végrehajtását forgó körmozgás társa segítségével, de alkalmaznak közvetlen elektromos modulációt is.

Az infravörös sugárral becsatlakoztatott fénykelek (pl. fémlemez, papírtábla) becsatlakoztatni ki. Kivétel a fémlemez emisszióját általában úgy választották, hogy az adó infravörös fénye könnyen legyen a hűtési megvilágítású elválasztó, aminek a beérkező jelek keskenyvárt váltakozási erőitől egyenlősen elválasztott. A moduláció végrehajtását forgó körmozgás társa segítségével, de alkalmaznak közvetlen elektromos modulációt is.

Az infravörös telefonja legnagyobb problémáját a sugárnyaló moduláció jelenti. Jóllehet erre a célra többféle eljárás dolgoztak ki, azonban ez a probléma még mindig megoldatlan maradt. Az egyik ilyen eljárás a Kerr-ellátás alkalmazásával alapszik. A Kerr-ellátás használata igen nagy frekvenciájú és nagy teljesítményű modulációhoz teszi lehetővé, mivel a jelkelek időállandósága 10<sup>-12</sup> sec nagyságrendű. Az ilyen moduláció segítségével ugyanaz az infravörös sugárnyalóban egyidejűleg több hírcsatorna hozható létre.

### 3.15. Infravörös zark.

Az alkalmazás lényege, hogy egy infravörös sugárnyalóba képen test közbélyezés megvalósuljon és ennek következtében egy jelző- vagy riasztóberendezés működésbe lép. Előnyös hangfrekvenciájú modulált sugárnyalóval használható, mert ezáltal a vétel egyszerűsödik; a vételi előzőleg az adó frekvenciájára lehet hangolni. A vételi egy természetes sugárzással

Az infravörös sugárzás terjedése a közegben a hangterít terjedéséhez képest sokkal gyorsabb, mert a hangterít terjedése a közeg részecskéinek rezgésén alapul, az infravörös sugárzás terjedése pedig a közeg részecskéinek rezgésén alapul.

Az infravörös sugárzás terjedése a közegben a hangterít terjedéséhez képest sokkal gyorsabb, mert a hangterít terjedése a közeg részecskéinek rezgésén alapul, az infravörös sugárzás terjedése pedig a közeg részecskéinek rezgésén alapul.



Az eredmények igen érdekesek, de hard-szati alkalmazhatóságukhoz egyelőre nem sok reményt lehet fűzni, a felvételhez szükséges technikus idő (kb. 1 óra) és a készülék nagy terjedelme miatt. A nagy expozíciós időre azért van szükség, mert csak egy detektáló elem van, amely fokozatosan végigmegy a lefolyóképezendő nagyhullámhosszú infravörös kép elemi pontjain. Ha a készülék időállandója 0,1 sec., akkor percenként csak 600 pontot lehet lekapni.

Más volna a helyzet akkor, ha a készülékben annyi detektor-cella működne, mint amennyi a vizsgálandó pontok száma. Egy ilyen televíziós képfelvétel esetén hasonló eszköz moszk-szerűen azonban sokkal nagyobb sebességgel működne, mert a regisztráló és a felvétel közötti időt a nagysebességű elektronok gyorsan áthaladnak a készülékben.

Jóllehet a fényképező távozó mai formájában még katonai használatra nem alkalmas, azonban jó szolgálatot tesz a sugárzás természetének felfedezésében.

Köszönetünket nagy vonásokban valóban az infravörös sugárzás különböző katonai alkalmazásait. Úgy véljük, hogy a felsorolás alapján olvasóink meggyőződhetnek arról, hogy

az infravörös sugárzás felhasználásán alapuló készülékek nagy jelentőségűek és szerepet játszanak a korszerű háborúban igen kiterjedt lehet.

#### Irodalom

- [1] Takács: Infravörös hőmérséklet és hőképzés. Budapest (1954).
- [2] Zwoykin—Ramborg: Photoelectricity and Its Application, 407—420, London (1949).
- [3] Williams, Rev. Sci. Instr., 29, 135—178, (1954).
- [4] Lecomte, Bayle, et al., Revue d'Optique, 34, 129—192, (1955).
- [5] Fleury, Revue d'Optique, 33, 489—520, (1954).
- [6] Angot, Mémorial de l'Artillerie Française, 29, 378—457, (1953).
- [7] German Infrared Riding and Fire Control Equipment, HOS, LX.
- [8] Křížek—Vand, Electronic Eng., 18, 316—322, (1946).
- [9] Campbell, Phil. Mag., 12, 173—185, (1931).
- [10] Brüsel: Physik und Technik der Ultrarotstrahlung, Hannover (1951).
- [11] Clark: Photography by Infrared, New York—London (1947).
- [12] Kuznetsov: Непрерывное зрение, Москва (1952).

PALÁGYI TIVADAR  
OKL. VEGYESZMERŐNÖK

## Radioaktív sugárzás közvetlen átalakítása villamos árammá félvezetők segítségével

### 1. Bevezetés

A radioaktív sugárzásnak közvetlenül villamos energiává való átalakítása terén a legelőször kísérletet Moscovy [1] végente, aki radon tartalmú gőmolt függesztett fel vákuumban, és megállapította, hogy elektronok (többet részecskéket) kibocsátása következtében 100 000 V potenciálkülönbség keletkezett. Linder és Christian [2] 350 000 V feszültségkülönbséget tudott elérni 250 millurie aktivitás  $^{228}\text{Ra}$  sugárforrásával, Moscovy készülékének egy megjavított változatát használva.

Kramer [3], majd újabban Ohmart [4] olyan készüléket szerkesztettek, amelyek használtak a galvanelemből, azonban elektrolit helyett radioaktív sugárzású ionizáló gáz tart kapcsolatot a két eltérő fém-elektrodt között. 1 V nagyságrendű elektromotoros erővel. Linder és Rappaport [5], valamint Coleman [6] olyan radioaktív áramforradat dolgoztak ki, amelyben a vákuumban vékony szigetelőréteget helyeztek el.

Ezeket a módszereket egy korábbi közleményben [7] már ismertettük. A radioaktív sugárzásnak villamos energiává való közvetlen átalakítására jelenleg még két módszer ismeretes. Az egyikben termoelemek telepítését a sugárzás segítségével hevítik fel és így kap-

nak áramot. A Birden és Jordan által kidolgozott megoldásban [8] polonium által kibocsátott alfa-sugarak 40 db termoelement meglátogatják. Területük négyzetben a telep 0,73 V feszültségre tud szolgálni. Területük 33 m<sup>2</sup>.

A másik módszer félvezetőben létesített p-n átmenet használatát a radioaktív sugárzásnak árammá való közvetlen átalakítására [9]. A félvezetőben — p-béta-sugárzás esetén — minden egyes béta-részecske sok elektron-lyuk párt hoz létre, ezeket az egyenlőirányított áramot erőse elmozdít, ezért az ilyen céljak nagy energiájú béta-részecskék is áramot keltésnek. Elektronok sokkal nagyobb áramot keltésnek. Optikai sugárzás — például a napfény — szintén felhasználható ilyen módon; a félvezető felületén elhelyezett szigetelő réteget minden egyes elmozdított elektron-lyuk párt létesít. Az ilyen elv alapján működő áramforradat napelmeleket egy későbbi cikkben fogjuk megvizsgálni.

Az alábbiak során a félvezetővel készített radioaktív áramforradok főbb tulajdonságait és adatait írjuk le. Itt kettőféle alkalmazás számít különösebb érdeklődésre. Az egyik: felhasználás a sugárzás segítségével szolgáltatni

a réteg-transzisztorhoz hasonló eszközök számára. Az ilyen készülékek kielégítésére szolgáló cellák szerkesztése ma már megvalósítottak mondható. Egyetlen p-n átmenettel mikro-vai nagyságrendű energiákat lehet nyerni néhány tízed volt feszültség esetén, mérsékelt mennyiségű radioaktív anyaggal. Ambár az ilyen célra felhasználható sugárzó anyagok má meg aránylag drágák és csak nehezen szerzethetők be, valószínű, hogy ezen a téren a hazai atomreaktor üzembehelyezése után nálunk is jelentős javulás fog bekövetkezni.

A félvezető radioaktív áramforradok másik adomottó felhasználási területe a tisztítási vagy csak részben tisztított, használati termékek radioaktivitásának nagy mértékben villamos energiává való átalakításával kapcsolatos. Itt mind a béta-, mind a gamma-sugarakat fel lehetne használni, de ehhez vastag sugárnyelő védőburkolatra és nagy térfogatú félvezetőre volna szükség.

### 2. Az elem felépítése

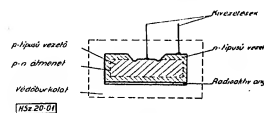
A félvezetővel készített radioaktív áramforradok tervezésekor az a fő cél, hogy egy megfelelő p-n átmenethez a lehető legközelebb a sugárzásnak minél nagyobb részét fogjuk fel. Ennek a feladatnak a sikeres megoldása a radioaktív sugárforrástól, utóbbinak a p-n átmenethez viszonyított helyzetétől, az egyenirányító átmenettől és a félvezetőtől függ.

A radioaktív sugárforrást tekintve a legfontosabb a sugárzás típusa, energiája, valamint hatótávolsága, továbbá az anyag aktivitása és felezési ideje. Hatótávolság az energia szempontjából azok az anyagok látszanak a legmegfelelőbbnek, amelyek csupán béta-részecskéket sugároznak ki; ezek esetében ugyanis nincs szükség vastag külső védőburkolatra, mert az ilyen sugárzást az anyagok nagymértékben elnyelik. (Pl. a 0,5 MeV energiájú béta-sugarak hatótávolsága germániumban mindössze 0,03 cm.) Egyes sugárzó anyagok megfelelő energiájuk, aktivitásuk és felezési idejük folytán ilyen célra kielégítő módon alkalmazhatók. A gamma-sugarak kibocsátó folyamatok révén béta-sugarak, utóbbiak pedig elektron-lyuk párok képződéséhez vezetnek. Béta-gamma-sugarak jóval kisebb mértékben elnyelődnek a béta-sugarak, nagyobb mértékben való üzemeltetésük kereszttelérővethetnek látszik. Az alfa-részecskék képesek ugyan elektron-lyuk párok létrehozására, azonban felhasználásuk kevésbé látszik célszerűnek, mert erősen megromlálják a félvezető anyag kristályrácsát.

Energia és hatótávolság szempontjából a nagy energiájú béta-sugárzás látszik kívánatosnak, azonban ezen a téren határ szab az az  $E_k$  küszöbenergia, amely nagy sugárzást károsítást idéz elő. Az ilyen természetű nehézség legelőszörnek egyik módja abban áll, hogy csak olyan béta-sugárzó anyagokat használják, melynek maximális energiája kisebb az  $E_k$  értéknél.

ilyen eljárással előleg jobb hatásfokot lehet elérni, mint olyan nagyobb energiájú sugárforradokkal, amelyek maximális energiájú sugárnyelő anyag segítségével kell az  $E_k$  küszöbenergia, kisebb értékre csökkenteni. A későbbiek során ilyen elvű anyagok alkalmazására még visszatérünk.

Mint fentebb már említettük, a radioaktív anyagnak a p-n átmenethez viszonyított elhelyezése igen lényeges az elem működése szempontjából. A félvezető lemeze általában vékony rétegekben viszik fel a radioaktív anyagot, és így utóbbi az átmenettel párhuzamosan helyezkedik el. A sugárforrás rétegvastagsága változó lehet; gyakorlatilag nem érdemes a béta-sugaraknak a radioaktív anyagban való hatótávolságánál vastagabb réteget alkalmazni. Az ilyen áramforradok egy gyakorlatilag megvalósított alakjának elvi vázlatát az 1. ábrán mutatjuk be. A p-n átmenet hasonlít a réteg-transzisztorban előfordulóhoz, de lényegesen nagyobb annál; területe kb. 0,3 cm<sup>2</sup>.



1. ábra.  
Félvezető radioaktív áramforrad részletes váza.

Jobb hatásfokú az olyan elrendezés, ahol a sugárforrás két félvezetőlap között van elhelyezve. Még hatásosabb működik az olyan telep, amelyben a radioaktív rétegek és a félvezetőlapok párhuzamos elrendezésben, váltakozva követik egymást; ez esetben lényegesen minden béta-részecske felhasználódik, és mindegyik átmenetet mindkét oldalról bombázzák elektronok.

Az elem optimális működése szempontjából a p-n átmenettel kapcsolatos legfőbb követelmények a következők: nagy legyen az átmenet sugárzásmentes állapotban mérhető  $R_c$  ellenállása és nagy legyen az elektronok, illetve lyuk-ak diffúziójának hossza a p-típusú, illetőleg n-típusú félvezető rétegben.

A félvezetőt illetően a következők az optimális működés feltételei: nagy legyen a tiltott sáv szélessége, a béta-részecskéknek kicsi legyen benne a hatótávolsága, nagy legyen a réteghibák képződését előidéző  $E_k$  küszöbenergia és kicsi legyen az az  $E_p$  energia, amely akkor szükséges, hogy a béta-részecskék elektron-lyuk párokat hozzanak létre.

A felsorolt tulajdonságok közül néhány kölcsönösen összefügg egymással. Általában kedvező, ha az elektronok és lyukak diffúziójának hossza nagy ahhoz a mélységhez viszonyítva,

amennyi a károsodásnál kisebb energiájú béta-részecskék elnyelődnek. Előnyös, ha a tiltott sáv szélességének megfelelő  $E_i$  energia nagy, mert  $E_i$  szabja meg az elérhető cellafeszültség felső határát, és  $R_a$  is nagy abban az esetben, amikor  $E_i$  értéke nagy.

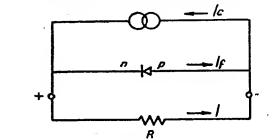
A leggyakrabban használt két félvezető anyag: a germánium és a szilícium összehasonlítása alkalmával azt látjuk, hogy a szilícium esetében  $R_a$  nagyobb, a germánium pedig azért előnyösebb, mert kisebb benne a béta-sugarak hatótávolsága, nagyobb az  $E_i$  károsodási és kisebb az elektron-lyuk párok képződéséhez szükséges  $E_p$  energia. A szakirodalom szerint [10] a szilíciummal készített cellák a germániumos celláknál teljesítmény és feszültség szempontjából sokkal kedvezőbbnek bizonyultak, az  $R_a$  ellenállásérték döntő befolyása következtében.

### 3. Villamos tulajdonságok

Helyettesítő áramkör segítségével meg lehet határozni a cella feszültségét, áramát és teljesítményét. Az áramforrás adott  $I_c$  árama és  $R_a$  ellenállása ismeretében definiálni lehet a helyettesítő maximális energiát is.

Valamennyi olyan elektron-lyuk pár, amely a p-n átmenetnél a diffúzió-hozamhoz viszonyítva kis távolságon belül keletkezik, lényegileg keresztül fog áramlani az átmeneten. A lyukak a p-típusú oldalra, az elektronok pedig az n-típusú oldalra áramlanak. Jeleljük az ezen áramlásnak megfelelő áramot  $I_c$ -vel. Mivel a p-típusú és az n-típusú oldal pozitív, illetve negatív töltésre tesz szert, az átmenet két oldala között feszültségkülönbség lép fel, ezáltal a félvezetőben  $I_c$ -vel szemben  $I_f$  jelölésű áram folyását idézve elő. Ennek megfelelően a külső áramkörben az  $I = I_c - I_f$  áram folyik.

A cella helyettesítő áramkörét a 2. ábrán mu-



Félvezető radioaktív sugárzás által károsított áramkör.

latjuk be. Ezen az  $I_c$  áramfolyású párhuzamosan van kötve az egyenirányító átmenettel és az  $R$  külső terhelő ellenállással. E helyettesítő

<sup>1</sup>  $E_p$  értéke germániumra 3,5 eV, szilíciumra 3,6 eV.

áramkör segítségével sok hasznos közelítést lehet végezni, és olyan általánosításokat tehetők, amelyek egyes esetekben elősegítik az elem viselkedésének megértését.

A helyettesítő áramkörrel mondottak alapján felírhatjuk az alábbi egyenleteket:

$$I_c = I_f + I \quad (1)$$

$$I R = V \quad (2)$$

A p-n átmenetre fel lehet írni az alábbi áram-feszültség összefüggést [11], ha a félvezető ohmikus ellenállása elhanyagolható:

$$I_f = (kT/eR_a) [\exp(eV/kT) - 1] \quad (3)$$

ahol  $k$  a Boltzmann-féle állandó,  $T$  az abszolút hőmérséklet,  $e$  az elektron töltése és  $V$  a cellafeszültség. Az (1) és (3) egyenlet alapján a  $V$  cellafeszültség és az  $I_c$  áram között a következő összefüggés áll fenn:

$$(kT/e)(R/R_a) [\exp(eV/kT) - 1] + V = I_c R \quad (4)$$

Ebből a cella üresjárati feszültségét az alábbi egyenlettel adhatjuk meg:

$$V = \frac{kT}{e} \ln \left( \frac{I_c R_a}{R} + 1 \right) \quad (5)$$

A cellából nyerhető energia meghatározásához meg kell keresni azt az  $R$  terhelő ellenállást, amelynek alkalmazásakor maximális a

$$W = I^2 R = IV \quad (6)$$

energia. Ekkor a  $dW/dR$  differenciálhányadosa zérussal téve egyenlővé, megkaphatjuk a maximális energiának megfelelő  $R$  ellenállást:

$$dW/dR = I^2 \left[ \frac{2R}{R_a} - \frac{1}{\exp \frac{eV}{kT} + 1} \right] = 0 \quad (7)$$

és ebből

$$\exp(eV/kT) - R_a/R = 0 \quad (8a)$$

továbbá

$$I_c = (kT/eR) \ln (R_a/R) + (kT/e) (1/R - 1/R_a) \quad (8b)$$

Ez az egyenlet lehetővé teszi a maximális energiának megfelelő  $R$  ellenállás meghatározását  $R_a$  és  $I_c$  segítségével.

A cella ideális hatásfokát annak a feltételnek az alapján vizsgálhatjuk, hogy a félvezetőben nem következik be az elektron-lyuk párok rekombinációja, vagyis hogy a p-n átmenet a sugárzás által létrehozott minden áramhordozót összegyűjt. Ha egy elektron-lyuk pár létrehozásához  $E_p$  sugárzási energia szükséges, akkor — mivel mindegyik elektron-lyuk pár  $e$  töltéssel töltéshordozót hoz létre, amelyek között  $V$  potenciálkülönbség áll fenn, továbbá mivel a töltéshordozók  $1/I_c$  hányada folyik a terhe-

lősen keresztül — a hatások a következő egyenlettel fejezhető ki:

$$\eta = (eV/E_p)(I/I_c) = eV^2/RE_p I_c \quad (9)$$

Ezeket a számításokat szilíciumra helyezve, kb. 0,2 curie aktivitású  $\text{Sr}^{90}$ - $\text{Y}^{90}$  sugárforrásra alkalmazva, ha  $I_c = 10^{-4}$  A és (kb. 1 cm<sup>2</sup> felületre vonatkoztatva)  $R_a = 10^6 \Omega$ , akkor szobahőmérsékleten  $R = 2000 \Omega$ ,  $I = 81 \mu\text{A}$ ,  $V = 0,16$  V,  $W_{\text{max}} = 13 \mu\text{W}$  és  $\eta = 3,8\%$ .

### 4. Sugárzási károsodás

A félvezetővel készített radioaktív áramforrások élettartamát lényegesen csökkentheti az olyan sugárzás, amely a vezetőképesség megváltoztatását idézi elő. A káros sugárzás a cella hatásfokát elsősorban annak következtében rontja le, hogy a béta-sugarak által létrehozott áramhordozók rekombinációját idézi elő, még mielőtt azok diffúzió útján eljuthatnának a p-n átmenethez. A sugárzás csökkentheti  $R_a$  értékét is. Ha a félvezetőnek a sugárforrással szemközti felületét n-típusú vezető, az átmenet egyenirányító képessége leromolhat annak következtében, hogy az n-típusú anyag részben p-típusúvá alakul át. Sugárzási károsodás nem következik be az  $E_i$  károsodási energiát; utóbbinak értéke germánium esetében 0,63 MeV [12] szilícium esetében pedig kb. 0,3 MeV.

A félvezető rács szerkezetében előidézt sugárzási károsodás  $\text{Sr}^{90}$ - $\text{Y}^{90}$  sugárforrásnak germániumlemezre való közvetlen felvitte esetén elég nagymértékű. Ha viszont olyan vastag elnyelő réteget alkalmazunk, amely elegendő a sugárzási károsodás teljes kiküszöböléséhez, akkor az elméleti hatásfok germánium esetében, cm<sup>2</sup>-enként 1 curie aktivitású izotóppal alkalmazva elenyészően kicsi, kisebb  $10^{-4}\%$ -nál. Ha az elnyelő réteg olyan vékony, hogy az izotóp bomlásával összemérhető sebességgel károsodást enged meg, akkor a hatások lényegesen nagyobb, de még ekkor sem haladja meg a  $10^{-4}\%$ -ot. Itt nem vesszük figyelembe a rácsbábák közötti hővezetésnek, beáramló hőnek spontán megszűnését, amely feltételezőleg — legálább is részben — a béta-sugarak által előidézt helyi felmelegedés következménye. Ha a rácsbábák képződésének sebessége nagyjából megegyezik a rácsbábák önként bekövetkező megszűnésének sebességével, akkor az elem élettartama rendszerint lényegesen a kezdeti érték alá csökken.

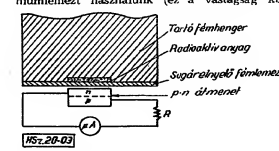
Átvéve, hogy a rácsbábák képződését teljesen megakadályozzuk,  $x = s_m - s_k$  vastagságú elnyelő réteget kell helyesznünk az izotópréteg és a félvezető közé, ahol  $s_m$  az  $E_m$  maximális energiájú elektronok,  $s_k$  pedig az  $E_k$  energiájú hatótávolsága.  $\text{Y}^{90}$  és germánium alkalmazása esetén  $E_m = 2,30$  MeV,  $E_k$  pedig — miként fentebb már említettük — 0,53 MeV. Figyelembe véve, hogy az  $\text{Y}^{90}$  által kibocsátott

elektronok átlagos kinetikus energiája 0,89 MeV [10], a teljes energiameennyiségnek  $2,8 \times 10^{-4}$  hányada hatol át az elnyelő rétegen. 1 curie/cm<sup>2</sup> fajlagos felületi aktivitású réteg esetében ez  $I_c = 2,5 \times 10^{-7}$  A erősségű áramnak felel meg, ha a sugárforrásnak csak az egyik oldalán van p-n átmenetű félvezető. Ha  $R_a$  értékét  $10^6 \Omega$ -nak vesszük (ez a germánium esetében elegendő általános), akkor az ideális hatások az elnyelő rétegen keresztúlhatoló elektronokra vonatkoztatva  $2,1 \times 10^{-3}\%$  az összes kibocsátott elektronra pedig — figyelmen kívül hagyva az  $\text{Sr}^{90}$  által kibocsátott elektronokat —  $5,6 \times 10^{-4}\%$ .

A sugárforrás energiájának tehát csak meglehetősen kis hányada hatol keresztül az elnyelő anyagon; az  $\text{Y}^{90}$  által kibocsátott elektronok közül nem jutnak el a félvezetőig azok, melyeknek energiája kisebb 1,78 MeV-nál. Az  $\text{Y}^{90}$  béta-részecskéinek maximális kezdeti energiája 2,2 MeV. Ez azt jelenti, hogy a sugárforrás egy adott pontjáról kiinduló elektronok csak akkor tudnak átlagos vastagsággal keresztúlhatolni az elnyelő rétegen, ha becsúsi szögűek nem sokkal tör el a merőlegestől. Emellett az elektron útja a sokszoros szóródás következtében statisztikailag elég meghatározatlan irányú lesz, és így a teljes energiának a fentebb számított értékénél csak jóval kisebb hányada fogja elérni a félvezetőt.

Lényegesen nagyobb hatásfokot érhetünk el, ha kissé csökkentjük a rácsbábák képződését teljesen megakadályozó sugárelnyelő rétegvastagságot, mert a teljes energiának a félvezetőt elérő hányada erősen függ az elnyelő réteg vastagságától.

A 3. ábrán egy olyan kísérleti cella vázlatát mutatjuk be, amelynek segítségével tanulmányozni lehet a rácsbábák képződését csökkentő elnyelő anyag alkalmazási lehetőségeit. Ha sugárelnyelő anyagként 2,48 mm vastag alumíniumlemezt használunk (ez a vastagság kb.



Sugárelnyelő bevonattal készített kísérleti radioaktív cella.

20  $\mu\text{g}$ -kal kisebb a rácsbábák képződés teljes megakadályozásához szükséges értéknél), akkor az alumíniumlemezben keresztúlhatoló elektronok maximális energiája 0,94 MeV, és a teljes energiának  $3,3 \times 10^{-3}$  hányada hatol keresztül az

elyelő rétegen. Ebben az esetben az összes kibocsátott elektronra vonatkoztatott ideális hatások  $7,8 \times 10^{-5} \text{ A}$ , ha  $R_s = 10^3 \text{ } \Omega$  értékeknek tevézzük fel, és a  $\text{Sr}^{90}$  által kibocsátott elektronokat figyelmen kívül hagyjuk.

A felvezetős radioaktív energiaforrások szempontjából a szilícium a germániummal előnyösebbnek látszik, mert az átmenet  $R_s$  ellenállása a szilíciumban nagyobb, és ennek következtében utóbbival nagyobb hatások érhetők el. A szilícium esetében viszont kb.  $0,3 \text{ MeV}$  energiájú elektronok már sugárzás károsodást idéznek elő, más szóval a nagyobb  $R_s$  érték által szolgáltatott előnyt korlátozza az alacsonyabb  $E_s$  küszöbenergia-érték.

A 3. ábrán bemutatott kísérleti cella olyan módon készíthető el, hogy az izotop anyagot kb.  $5 \text{ mm}$  átmérőjű körön belül vékony réteg alakjában felvisszák a tartófelületre; az említett  $\text{Sr}^{90}$ – $\text{Y}^{90}$  sugárforrás alkalmazása esetén kb.  $0,05 \text{ curie}$  aktivitású anyagmennyiség elegendő. Ebben az esetben, ha az izotopokat karbonát alakjában alkalmazzuk, az izotop súlyba kb.  $0,025 \text{ g}$ , ami  $4 \text{ curie/g}$  fajlagos aktivitásnak felel meg. Az izotop réteget  $0,37 \text{ mm}$  vastag alumíniumlemezzel takarva le, a  $\text{Sr}^{90}$  által kibocsátott elektronok legnagyobb része elnyelődik, és az  $\text{Y}^{90}$  béta-sugárzásának is csak egy kis hányada – kb.  $16\%$  – hatol keresztül a fémlemezre.

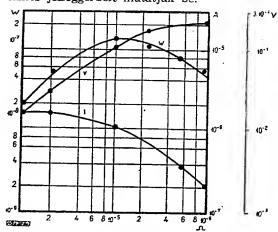
#### 5. Az elemkészítés néhány gyakorlati kérdése

A szilícium-cella  $p$ – $n$  átmenete olyan módon állítható elő, hogy  $p$ -típusú szilíciumba Fuller [13] módszerével lítiumot diffundáltunk be. Ha a felvezető-rétege vastagsága kb.  $0,5 \text{ mm}$ , és a megfelelő módon készített  $p$ – $n$  átmenet kb.  $0,02 \text{ mm}$  távolságra van a szilíciumlap felületétől, akkor az elnyelő fémlemez keresztülható béta-sugárzásnak kb.  $60\%$  jut el az átmenethez. Ez esetben az átmenetet előző elektronok energiájának kb.  $25\%$  a nyelődik el – a visszacsóródást figyelmen kívül hagyva – az átmenettől számított egy diffúzióhosszny távolságon belül. A  $p$ -típusú szilíciumban az átmenet készítése előtt a lyukak diffúzióhossza kb.  $0,2 \text{ mm}$ .

Ptann kísérletei szerint [10] egy ilyen cella kb.  $1,2 \times 10^6 \text{ } \Omega$  terhelés ellenállása alkalmazásakor  $20 \text{ C}^\circ$ -on  $8,15 \times 10^{-6} \text{ A}$  maximális energiát szolgáltatott. A maximális energia  $-11 \text{ C}^\circ$ -on  $0,2 \times 10^{-6} \text{ A}$ -ra csökkent, kb.  $2 \times 10^6 \text{ } \Omega$  ellenállás-érték esetén.

A hőmérséklet csökkentése kétféle ok miatt növelheti a cella által szolgáltatott energiát: egyrészt  $R_s$  növelése által, aminek következtében megnő az elem feszültsége, másrészt a diffúzióhoz megnevelése által; ennek révén megnő a cella árama, mert növekszik a  $p$ – $n$  átmenet által összegyűjtött áramhordozók szá-

ma. A 4. ábrán egy ilyen szilíciumos cella villamos jelleggörbéit mutatjuk be.



4. ábra. Szilíciumos radioaktív cella villamos jelleggörbéi.

A germániumos cella  $p$ – $n$  átmenete leggyorsabban kristálynövesztéses eljárással [14] állítható elő. Ha az  $n$ -típusú réteg vastagsága az előbbi  $1 \text{ mm}$  helyett  $2 \text{ mm}$ , akkor a felvezetőlap felületétől, továbbá ha az  $n$ -típusú, illetve a  $p$ -típusú rétegekben a diffúzióhoz kb.  $0,6 \text{ mm}$ , illetve kb.  $0,3 \text{ mm}$ , akkor az elnyelő rétegen keresztülható béta-sugárzásnak mintegy  $90$  százalékát gyűjti össze az egyenirányító átmenet, és az átmenethez eljutó elektronok energiájának kb.  $40$  százaléka nyelődik el az átmenettől számított egy diffúzióhossznál kisebb távolságon belül.

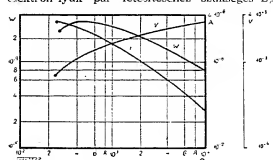
A cella maximális energiája  $3,3 \times 10^{-5} \text{ W}$ , tehát jóval kisebb, mint a szilíciumos celláé; ez a jelenség a germánium kisebb  $R_s$  ellenállásának tulajdonítható. Ha az  $n$ -típusú réteg vastagsága az előbbi  $1 \text{ mm}$  helyett  $2 \text{ mm}$ , akkor a cella maximális energiája  $2,2 \times 10^{-5} \text{ W}$ , vagyis az előbbi érték  $1/15$ -öd részére csökken. Ha nem az  $n$ -típusú, hanem a  $p$ -típusú réteget vastagítottuk, akkor a hatások tovább romlik, mert ezen az oldalon kisebb a töltéshordozók diffúzióhossza. A környező hőmérsékletnek  $-10 \text{ C}^\circ$ -ra való csökkentése a maximális teljesítményt  $0,8 \times 10^{-5} \text{ W}$ -ra növelte. Az 5. ábrán egy ilyen germániumos cella villamos jelleggörbéit láthatók.

Ptann [10] kísérleteiben a béta-sugarak átlagos energiája kisebb volt ugyan az  $E_s$  küszöbenergiánál, azonban mind a szilíciumos, mind a germániumos cella esetében voltak jelen nagyobb energiájú elektronok is, és így kisebb léptékűvel kellett számolni. A szilíciumos cella rövidzárlati árama két nap alatt valóban kb.  $45\%$ -kal csökkent, azonban szobahőmérsékleten beengedve az állapotban 3 hétig tartó állás után a rövidzárlati áram a kezdeti érték  $62\%$ -ára nőtt, és  $110 \text{ C}^\circ$ -on további 24 óra hosszát tartó hevítés hatására visszanyerte kezdeti értékét. Ezen eredmények alapján arra lehet következtetni, hogy ilyen beugrási erő-

sággal az összegződő sugárzási károsodást meg lehet akadályozni  $110 \text{ C}^\circ$  hőmérsékleten végzett, időnként megismételt izotázis, vagy magnezium hővezetési utján.

#### 6. Felhasználható radioaktív sugárforrások

A felvezetős radioaktív áramforrásokban felhasználható anyagokat a béta-sugárzás energiájának a felvezetőben való elnyelési mértékével lehet jellemezni. Ennek az értéknek az egy elektron-lyuk pár létesítéséhez szükséges  $E_s$



5. ábra. Germániumos radioaktív cella villamos jelleggörbéi.

energiával való osztása révén a  $p$ – $n$  átmeneten keresztüláramló töltéshordozók számát kapjuk meg, feltevéssel, hogy az átmenet az összes kepződött elektron-lyuk párt összegyűjti. A cella áramát az izotop aktivitása, valamint az izotop energiájának a felvezető számára átadódó hányada szabja meg.

Ha vékony izotop-réteget alkalmazunk, akkor az önabszorpció elhanyagolhatónak tekinthető, és a kisugárzott béta-energiának lényegileg a fele nyelődik el az izotop egyik oldalán lévő felvezetőben. A felvezető bomló elektronoknak mintegy  $40$  százaléka veszendőbe mehet visszacsóródás következtében [15], de ezt a hányad ki lehet küszöbölni, sőt a valóságban ul is lehet kompenzálni azáltal, hogy az izotop-réteget a felvezetővel ellentétes oldalára visszacsóró anyagot helyezünk.

Vastag izotop-réteg alkalmazása esetén az önabszorpció erősen csökkenti a sugárzás intenzitását. Számítások alapján megállapítható, hogy kb.  $1 \text{ curie/cm}^2$  az a maximális izotop-mennyiség, amely  $16 \text{ curie/g}$  fajlagos aktivitású  $\text{Y}^{90}$  sugárforrással sik felületen való alkalmazása esetén még felhasználható anélkül, hogy számottevő önabszorpcióval kellene számolnunk.

A  $\text{Sr}^{90}$ – $\text{Y}^{90}$  sugárforráson kívül természetesen még sok egyéb izotopot is fel lehet használni a felvezetős radioaktív áramforrásokban. Rövi-

debb felezési idejű izotop alkalmazása révén megnevelhető a telep által szolgáltatott áramerősség, de csökken a telep élettartama.  $\text{Sr}^{90}$ – $\text{Y}^{90}$  sugárforrással az amerikai RCA laboratóriumában [16] már 1954-ben előállítottak olyan radioaktív áramforrásokat, amelyek  $0,2 \text{ V}$  feszültség mellett  $5 \text{ mA}$  áramot szolgáltatott és  $1\%$ -nál nagyobb hatásokkal működtek.

Rappaport [9] számításai szerint germánium felvezetős és  $50 \text{ millieure}$   $\text{Sr}^{90}$ – $\text{Y}^{90}$  izotop alkalmazása esetén  $1$  béta-részecske  $1,9 \times 10^4$  lassú elektront szabadít fel a felvezetőben, szilíciumban pedig az elektronok sokszorozódása  $1,5 \times 10^4$  nagyságrendű. A hatásokot a kepződött elektron-lyuk párok rekombinációja, visszacsóródás, sugárzási károsodás és szivárgási áramok csökkentik. Nagyobb teljesítmény elérése céljából több ilyen elemet lehet párhuzamosan kötni, több elem soros kapcsolása által pedig a telep feszültsége növelhető meg.

Újabb radioaktív áramforrásokat is felhasználhatunk ezekben az áramforrásokban [17]. A trícium alkalmazása azért előnyös, mert sugárzása annyira gyenge, hogy már az üvegpapír is teljesen elnyeli, és így ez az anyag gyakorlatilag teljesen veszélytelenül használható fel. A  $63$ -as atomszámú nikkel-izotóp felezési ideje hosszú, sugárzása pedig gyenge, ezért szintén előnyösen alkalmazható radioaktív áramforrásokban [18].

#### Irodalom

- [1] H. G. J. Moseley, Proc. Roy. Soc. (London), **48**, 471 (1919).
- [2] E. G. Linder és S. M. Christian, J. Appl. Phys., **28**, 1219 (1953).
- [3] J. B. Kramer, The Electrician, **52**, 497 (1924).
- [4] P. E. Chmura, J. Appl. Phys., **22**, 1504 (1951).
- [5] E. G. Linder és P. Rappaport, J. Appl. Phys., **26**, 1110 (1955).
- [6] J. H. Coleman, Nuclearis, **11**, 42 (1953).
- [7] Pálffy, T. Hír, Műsz. Közlemények, **10**, 48 (1956).
- [8] Sci. News Lett., **62**, 244 (1954).
- [9] P. Rappaport, Phys. Rev., **93**, 246 (1954).
- [10] W. G. Ptann és W. van Rosbroeck, J. Appl. Phys., **25**, 1422 (1954).
- [11] W. Shockley, Bell System Tech. J., **28**, 435 (1949).
- [12] E. Klotz és K. Lank-Horowitz, Phys. Rev., **82**, 1084 (1951).
- [13] C. S. Fuller és J. A. Dillenberger, Phys. Rev., **91**, 193 (1953).
- [14] G. K. Tosi, M. Sparks és E. Buchler, Proc. IRE, **40**, 906 (1952).
- [15] H. M. Seliger, Phys. Rev., **85**, 408 (1952).
- [16] RCA Atomic Battery, Department of Information of RCA (1954).
- [17] V. Kostov, Vojennij Szvjetizir, **13-3**, 45 (1955).
- [18] Sci. News Lett., **66**, 150 (1955).

\* Az  $\text{Y}^{90}$  elemet aktivitása  $300 \text{ curie/g}$  gyakorlati alkalmazásra alkalmas, de a  $\text{Y}^{90}$  elem  $64 \text{ C}^\circ$ -on felez.

A  $\text{Sr}^{90}$  felezési ideje  $28 \text{ év}$ , a bomlástermékének keletkezése  $\text{Y}^{90}$  jellegű  $62 \text{ nap}$ .

## Új eredmények

### Hazai előállítású televíziós képfelvétel-eső (ELOZETES KÖZLEMÉNY)

A televíziós képfelvétel-eső hazai előállítására folyó kutatások a közelmúltban figyelemre méltó eredményeket hoztak. A felvételített elő-képfelvételek arról tanúskodnak, hogy a kidolgozott első cső-típus kisebb technológiai módosítások után ki fogja elegendeni a legmesszebbmennyi műszaki követelményeket is. Előzetes közlemény gyanánt a munka jelentős állásáról szeretnénk beszámolni.

E sorok írója által előállított első az eddig ismert legújabb rendszerű csővek típusába tartozik. Hasonló csővek készültek „Vidcon”, „Stalicon”, „Raisitron”, „Endicon” elnevezéssel vannak forgalomban.

A cső szerkezeti felépítéséből áll:

- a) a kép letapogatását végző, elektronugarat előállító ún. elektronugárból;
- b) képfelvételezőből; ez egy fényérzékeny, elektronosan vezérelt alaplamez, amelynek belső felületére homogén felvezetésű fotóréteget fotokonduktív réteggel vonnak fel.

A cső működési elve a következőkben foglalható össze: Az elektronugrák elektronos és mágneses fókuszálással vékony elektronugárrá

nyalábot állít elő. Ez a sugárnyaláb rászkén a cső végén levő képfelvételező fotokonduktív rétegre és azt letapogatja. A letapogatás a sor- és képfelvételezés ütemében történik, más szóval a sugár a képmetrétek megfelelő raszter (hálószerűség) ir-  
le. A képfelvételező alaplameze egy kiadó feszültségforrásból a katódhoz képest pozitív potenciált kap. A képfelvételező belső réteggel az elektronugrák közel katódpotenciálra állít fel. Abban az esetben, ha a képfelvételező valamelyik pontján fény ér, akkor egy-egy letapogatás közé eső szünet alatt a fotokonduktív rétegen töltés tud átvándorolni. A következő letapogatás alkalmával a fotokonduktív rétegről a fény hatására az alaplameze kiadó töltést a sugárfluxus pótolja és ennek eredményeként az alaplamezről kisebb vagy nagyobb áramimpulzust vezet beindul el. Ez az impulzus, amely 50 ks megvilágítás erősségen mintegy 0,2  $\mu$ A, az ún. videójel, amelyet az adóberendezés a megkövetelt teljesítmény-átvitel után ki sugároz.

A cső átmérője 23,4 mm, hossza 150 mm.  
Az első csővet 1958. június 26-án a Posta Kiadati Intézetben üzem k

ritmények között próbáltuk ki. Az adás a Posta Kiadati Intézet bevon-  
dásával, a vétel pedig egy Orion-  
gyártmányú televíziós vevőkészülék-  
kel történt. A felvétel berendezése  
saját előállítású csőveket helyezve  
be, már ezzel az első kísérleti pé-  
dánnyal is sikerült kielégítő képá-  
ritvitt elérni. Képtorzás nem volt, a  
kontrasztosság is kielégítő. Egyedül  
zavara körülményeként a képen egy  
részletet mutatkozott. Ezt a jelen-  
séget a cső elektronugrájában lévő  
egyik szál-elektroda okozta, ul. ez  
az elektroda az első kísérleti pé-  
dányban elektron-optikailag még  
nem került a megfelelő helyre.

A további folyó kísérleti munkával  
ezt az effektust fogjuk kiküszöbölni  
és reméljük, hogy a közeljövőben  
már végleges és részletes mű-  
szaki besorolással jeleníthetjük meg.  
(Értkezett: 1958. június 25-én.)

Kincse Kálmán kutatómérnök

#### Tudalom

- [1] P. K. Weimer et al., Electron-  
ics, 22-8, 70-73, (1950).
- [2] P. K. Weimer et al., RCA Re-  
view, 12, 306-313, (1951).
- [3] B. H. Vine et al., RCA Review,  
13, 3-10, (1952).
- [4] R. Theile, Arch. El. Übertra-  
gung, 7, 335-336, (1953).
- [5] N. Mayer, Radio-Memor, 6, 661,  
(1954).
- [6] W. Mayer, Elektronische Röhren,  
10, 129-130, (1956).
- [7] V. K. Zvorykin-G. A. Morton:  
Television, New York, (1953).

## SZERKESZTŐI ÚJÁRULÁSOK

A Haditechnikai Szemle szerkesztő  
bizottsága helyet ad minden olyan  
cikkeknek, amelyek beállítását te-  
matikus területe és amelyet a bíráló  
vélemény közzétételére megjelölnek tart.  
Aldatás ezért, ha a szerző cikkek  
kidolgozása előtt a szerkesztőszé-  
letük cikkeknek szándékát és a

készítet várható benyújtásának idő-  
pontját.  
A kéziratokat megjelölő formában, 2  
példányban géppel leírva, a szerkesz-  
tőszékhöz (Budapest 114, postafiók 26,  
cíve) kell beküldeni. A szerzők kö-  
telése a szerkesztőség a kézirat for-  
mai kidolgozást vonatkozó tájékoztatás  
kiald.

A szerkesztőség fenntartja jogát a  
beküldött közlemények esetleges meg-  
rövidítésére és stílusai kidolgozására.  
A szerkesztőség a beküldött kéziratokat  
nem őriz meg és nem adja vissza.  
A szerzők kötelesek a szerkesztő bi-  
zottság engedélyeztetés nélkül más  
katonai vagy polgári folyóiratban  
való teljes vagy részleges másolást  
költséget. Ez esetben fel kell tüntetni  
hogy a szóban forgó közlemény elő-  
ször a Haditechnikai Szemleben je-  
lent meg.

## TECHNIKA ÉS GAZDASÁG

DÖNDŐ RÉZSÓ  
ORGY.

### A technika fejlődése a Szovjetunió hatodik ötéves tervében

1.  
A technika fejlődése korunkban olyan mére-  
teket öltött, hogy elmondhatjuk: ma új technika  
forradalom megy végbe mind a szocialista  
és szocializmus építő országokban, mind a leg-  
fejlettebb kapitalista államokban. Az eredmé-  
nyek, valamint a közvetlen távlat igazolják  
Bulgarijnov elvtárs kongresszusi megállapítását,  
hogy „a XIX. század meg a 20. százada volt,  
s a XX. század — a villamosodó százada — a  
szocializmus hódoltságát a termelésnek fejlőd-  
ésének határtalan lehetőségeit magában rejtő  
atomenergia századává váltik.”  
E hatalmas technikai forradalmat az energia-  
források kiterjesztése és nagyarányú fejlesz-  
tése, a villamosítás példátlan arányú kiterjesz-  
tése jellemzi. Hasonlóan kiemelkedő jelentő-  
ségi az új anyagok, köztük elsősorban a mű-  
anyagok felhasználása a termelésben. A gazda-  
ság szinte valamennyi ágában teljesen új tech-  
nika jött létre és vált általánossá a legutóbbi  
két évtized folyamán. A már említett műanyag-  
technika kívül jellemzőképpen elegendő az  
automata géprendszerek megjelenésére, az  
elektronikára, a félvezetők technológiájára és a  
gáztribinák alkalmazására rámutatni.

2.  
E fejlődés különösen gyors ütemű és hatalmas  
perspektívájú a szocialista országokban, ame-  
lyekben a termelésnek nincsenek olyan hatal-  
mas gátjai, mint amelyek különbözően az im-  
perializmusra, a kapitalizmusra rothadó kor-  
sakra jellemzők. Mindenekelőtt a szocialista  
Szovjetunióban gyors ez a fejlődés, ahol a so-  
cializmus gazdasági alaptörvényének érvényes-  
sítése megköveteli a termelésnek legfejlettebb  
technika alapján történő szakadatlan növekedését.  
A Szovjetunióban az új technika igen gyors  
ütemben bontakozik ki és nagy arányokban hó-  
dit tért a termelésben. Ennek nyomán a Szov-  
jetunió a fejlődés útjében lényegesen túlha-  
ladja a legfejlettebb tőkés országokat.  
Lenin, a munkásszólály lényegző tanítója ki-  
fejtette, hogy csak a hatalmas nehézipar, az

egész ország villamosítása és a technika állandó  
fejlesztése lehet a szocialista ország gyarapo-  
dásának szilárd alapja. A Szovjetunió Kommu-  
nista Pártja hű maradt e jennit tanításhoz. A  
forradalom óta megtett hatalmas út, a gyors  
felemelkedés a szocialista rend fölényét, a ka-  
pitalizmus szemben már eddig is bebizonyí-  
totta. Az elmaradás, a kipótolni való és a két  
háború vesztesége azonban olyan nagy volt,  
hogy a szovjet állam bizonyos területeken az  
ipari termelés terjedelme és általában az egy  
főre eső termelés terén visszamaradt a legfej-  
lettebb kapitalista országokhoz képest. E há-  
rany gyors helyrehozásának szükségessége a  
Szovjetunióban, egyben a technika hatalmas-  
arányú fejlesztését követeli.

„A szocialista gazdasági rend hatalmas elő-  
nyei, a társadalmi termelés fejlődésének gyors  
üteme lehetővé teszi — mondotta Hruscsov elvtárs  
a XX. kongresszuson —, hogy a Szovjet-  
ország történelmének igen rövid idő alatt meg-  
oldja a Szovjetunió előtt álló fő gazdasági fel-  
adatot, utolérje és túlszárnyalja a legfejlettebb  
tőkés országokat az egy főre eső termelés ter-  
ületén.”

A fő gazdasági feladat megoldásának alapvető  
feltétele a munka termelékenységének növe-  
kedése. Bár a szovjet nép 1953-ig 1913-hoz képest  
megtízszorozta a munka termelőségét, ez  
azonban még nem elegendő a fő gazdasági fel-  
adat megoldásához. A termelékenység további  
gyorsított növekedésének alapvető feltétele a  
technika fejlesztése, a műszaki színvonal eme-  
lése. Szocialista országban a termelékenység és  
a termelés nagyarányú növekedésének legfő-  
vessébb útja az új technika alkalmazása.

Ezért a kommunizmus építése nagyszabású  
programjának végrehajtásában nagy a szerepe  
a műszaki színvonal emelésének, a legkorsze-  
rűbb technika alkalmazásának, a termelőkép-  
sítés nagyarányú fejlesztésének.

E feladatok megoldását szolgálja a Szovjet-  
unió népgazdasága fejlesztésének hatodik öt-  
éves tervé.

## 3.

A Szovjetunió hatodik öt éves tervében az új műszaki berendezések alapján a népgazdaság minden ága soha nem látott technikai haladást ér el. E hatalmas célkitűzésben a Szovjetunió Kommunista Pártjának és a szovjet kormányt az vezeti, hogy lényegesen megjavítsa a dolgozók élet- és munkakörülményeit, továbbá megjelölje őket a veszélyes és nehéz fizikai munkától.

Nyilvánvaló, hogy e feladatok megoldása — tehát a munka- és életkörülmények megjavítása — lehetetlen a termelési eszközök szakadatlán, elődleges fejlesztése nélkül.

A hatodik öt éves terv végrehajtása újabb győzelmet jelent a tökéletes társadalmi rend feletti, megvalósítása tovább erősíti a szocialista társadalmat. Ezt látva egy nyugati író, Joseph G. Spigelmann, a közelmúltban megjelent cikkében a többi között a következőket kénytelen beismeri: „Mi ez idő szerint kénytelenek vagyunk egy szétvert társadalmi rend visszavonulását látni... Az a társadalmi rend, amelyet a kommunizmus támadnak, és amelyet mi akarunk, nem akarva védelmeznünk — a kiúttagosok rendje. Az azonban, aki az ilyen rendet védelmezi, a múlt oldalán áll.”

Ezek után nézzük meg konkrétan néhány területen, hogy a fent vázolt feladatokat milyen előirányzatok tükrözik a hatodik öt éves tervben.

Ismertes, hogy a műszaki haladás mindenek előtt a gépipar fejlődésétől függ. Ha ugyanis a gépipar technikája fejletti, akkor az egész népgazdaság több és jobb minőségű termeléseket készíthet, és ennek eredményeként a műszaki színvonal általános emelése.

Már az eddigi fejlődés eredményeképpen a szovjet gépiparnak vannak olyan technikai felszerelése, valamint szakképzett munkás és műszaki káderek, hogy a legfejlettebb tökéletes állomások felveheti a versenyt. Ebből indulnak ki egyebek a hatodik öt éves terv irányelvei, amelyek az ipari termelés 65 százalékos ésszerű növekedését, az automata és félautomata termelésnek 80 százalékos növelését írják elő.

Nyomatékosan ki kell emelnünk, hogy a szovjet gépipar nem egyszerűen több gépet, hanem a korszerű technika igényeinek megfelelő nagy teljesítményű és termelékenységet gépeket fog gyártani. A fémforgácsoló gépek gyártását közel kétszeresére, az automata és félautomata gépsorok és berendezések gyártását ötszöröse növeli. Az elavult előkészítő gépek helyett bevezetik a többeszer tönna erőteljes mechanikus kovacsprekát. Az eddig alkalmazott exkavátorok helyett, amelyek óránként 800 köbméter talajt mozgattak meg, olyanokat készítenek, amelyek óránkénti teljesítménye 1200 köbméter. A szovjet ipar a kulcsvet vizitornád számára már gyártott 105 MW-os turbináinak

lat. Most 200 MW teljesítményűeket készít majd a bratszki erőmű számára. Meg kell jegyezni, hogy öt ilyen turbina három és félszer annyi villamosenergiát termel, mint a cári Oroszország erőművei összesen.

Hatalmas mértékben fejlesztik a műszeripart, amely különösen az automatizálás szempontjából nagy szerepet tölt be a műszaki fejlesztésben. Egy ország műszaki kultúrájának színvonalát többek között az határozza meg, hogy milyen az ipar műszerezettség, hogyan áll a műszergyártás. Ezért öt év alatt a műszerek és az automatizáláshoz szükséges eszközök gyártását három és félszeresére növelik. E feladat megoldására a hatodik öt éves terv idejében 32 műszergyártat helyezni üzembe.

A kommunizmus anyagi termelési bázisa megteremtésének fontos feltétele az egész népgazdaság villamosítása. A hatodik öt éves terv során a villamosítás különösen hatalmas méreteket ölt. A Szovjetunióban a következő években új energiahálózat létrehozásával hatalmas energiarészeket hoznak létre. E munka méreteire jellemző, hogy a villamosenergia-termelés a hatodik öt éves terv végére közel megkétszereződik: 88 százalékkal múlja felül az 1955-ös színvonalat. Az öt éves tervben két, egyenként 3200 MW teljesítményű erőmű építést kezdik meg. Egyetlen ilyen erőmű teljesítménye mintegy háromszorosa Magyarországnak. A hatodik öt éves terv végére a villamosenergia-termelés a hatodik öt éves terv végére közel megkétszereződik: 88 százalékkal múlja felül az 1955-ös színvonalat. Az öt éves tervben két, egyenként 3200 MW teljesítményű erőmű építést kezdik meg. Egyetlen ilyen erőmű teljesítménye mintegy háromszorosa Magyarországnak.

Az öt éves tervben meggyorsítják a vegyipar fejlesztését is, amelynek gyors fejlődése a műszaki haladás elengedhetetlen feltétele. A mezőgazdaság részére szükséges termékek gyártásán kívül a vegyipar fontos feladata az is megoldani, hogy egyre nagyobb számban bocsássa a népgazdaság különböző ágának, a közforgácsolásnak rendelkezésére a különféle műanyagok sokaságát.

Ez az első olyan öt éves terv, amely az atomerő békés célokra való felhasználása területén tűz ki feladatokat, mintegy jelképpel annak, hogy az emberiség a tudomány és a technika fejlődésének új szakaszába lépett. Az atomfizika eredményei egy sor új tudományág és a technika fejlődésében ugrásszerű változást eredményeznek. Ismeretes, hogy a Szovjetunióban épült fel az első atomerőmű, amely bizonyítja a szovjet béképólitikának, a szovjet tudomány magasabbrendűségének. A szovjet tudósok munkája nyomán az atomenergia már nem az imperialisták hidegháborús eszköze, hanem az emberiség gazdasági és kulturális fejlődése úgyszólván beláthatatlan lehetőségeinek biztosítója. Az új öt éves terv előírja, hogy összesen 2-2½ ezer MW teljesítményű atomerőművet kell létesíteni. A tervben szerepel egy atomhajtású jégtörőhajó építése is.

A hasadó anyagokból nyerhető atomenergia rendkívül nagy. Az emberiség számára azonban jóval nagyobb, szinte kimeríthetetlen ener-

giaforrás nyílik meg, ha sikerül módszereket találni a könnyű elemek szintézise során végbe- menő termomukleáris folyamat szabályozására. Mint tudjuk, a szovjet tudósok ezen a területen nagy kutatómunkát végeznek és egyes eredményeiket már nyilvánosságra is hozzák.

A technikai forradalom nemcsak az iparban észlelt hatását, hanem igen gyors ütemben hatol be a mezőgazdaságba is, részint az ipari termelés által teremtett új technika bevezetésével, részint a forradalminál új biológiai módszerek alkalmazása által.

Ezt mutatják a hatodik öt éves terv irányelvei is. A mezőgazdaság, amely az első négy öt éves tervben 1 375 000 traktort kapott, egyedül a jelenlegi öt éves terv idején 1 650 000 traktort

kap meg. Gabonakombájnból 55 000-rel több áll majd rendelkezésére, mint az előző 25 év alatt összesen. Diesel-traktorkok, korszerű mezőgazdasági gépeket, az állattenyésztés munkáigényes folyamatainak gépesítéséhez szükséges gépeket nagy mennyiségben fognak újonnan alkalmazni. Lényegesen fokozzák a villamosenergia felhasználását a mezőgazdaságban, többek között oly módon, hogy helyi erőművek létrehozása révén és a mezőgazdaságnak az egy- séges energetikai rendszerekbe való bekapcsolásával létszámára növelik a villamosított kol- hozok számát. A vegyipar 1950-ban készített annyi műtrágyát gyárt majd, mint 1955-ben és így fokozdhat a talajjavítás munkája.

Ezek biztosítják, hogy a mezőgazdaság teljesíthesse igen nagy feladatokat: az ésszerű- lés 70 százalékos növelését.

E lenyűgöző irányelvek valóra váltása az egész szovjet népet hatalmas feladatok elé állítja. Megköveteli mindenekelőtt a tudományos munka nagyarányú fellendítését. Arra van szükség, hogy a szovjet tudósok, a tudományos szakaderek új nagy eredményeket érjenek el és szakadatlanul tegyék közzé a jelen- járó termelési tapasztalatokat. A hatodik öt éves terv során a tudomány kapcsolatát a termelés-

sel tovább fokozzák. Megjavítják a tudományos dolgozók képzését és tájékoztatását, hiszen a tudomány nem fejlődhet — a kapitalista or- szágokra is kiterjedő — széleskörű vélemény- cserére nélkül. A véleménycsere egyben biztosítja a tudományos kutatások bírálatát is.

Az új tervben a megalévő öt éves tervhez ké- pest általában másfélszeresére, ezen belül a nehéziparban kétszeresére növelik a művelt, közép- és felsőfokú kitűnően képzett szakem- berek számát. Az eddiginél nagyobb méreteket ölt a munkások szakképzése; ezek munkájának jellege egyre inkább megközelíti a mérnökö- kért és ezért velük szemben a követelmények megnövekednek.

## 4.

Ezekben foglaltak össze vázlatosan a mű- szaki fejlesztés néhány alapvető feladata és táv- lala a Szovjetunió hatodik öt éves tervében. Ezeket ismerv megállapíthatjuk, hogy nem alap- talan a Daily Express írása: „Az új öt éves terv a második ipari forradalom kezdete. Széleskörű támadás, amelynek az a célja, hogy az atomerő és a mezőgazdaság fejlesztése terén túlhaladja a Nyugatot.”

A terv végrehajtásának biztosítékát jelentik azok a vállalások, amelyeket a szovjet emberek a kitűzött feladatok teljesítésére tesznek. Mindezek azt bizonyítják, hogy a Szovjetunió dolgozói teljesen magukénak érzik a tervet, an- nek megvalósítása érdekében minden erejüket bevetik, és követik a Központi Bizottság által kijelölt utat. A terv joggal számol az al- lal, amelyet a szocialista munkaver- seny, a szovjet nép hazafisága, a párthoz való hűsége és szeretete jelent.

A hatodik öt éves tervet vizsgálva ismételt- ten bebizonyosodik a szocialista tervgazdálkodás hatalmas fölénye a tökéletes gazdasági felet- t.

A hatodik öt éves terv végrehajtása nemcsak a Szovjetunió, hanem az egész szocialista tá- rsozág sikerét, fejlődését is jelenti.

A Haditechnikai Szemle következő számaiban többek között az alábbi nagyobb cikkeket közlőtt tervezük:

Hajók mágneses hatása

A hangsebesség feletti repülés néhány kérdéseiről

Közlekedési gyújtók: optimális működési tulajdonságok

Méretezési eljárások, biztonsági tényezők megválasztása

Műanyagcsatlakozások kábelre

Nitrocellulóz és nitroglicerins lőporok

Rakéta hajtóanyagok

Nyilatkozat szénnyak szubszonikus sebességben

Önműködő fegyverek átláthatóságának leg- ténylegi kérdése

Rádiólokátor állomások felbontó képessége

A tűzréteg fegyverek terhelőhatánga

Új generációs fénylektronikus lévédek kezdősebességmérő berendezése

Válogatott fejezetek a külső ballisztika- ból.

## A BARÁTI HADSEREGEK sajtóajándék

D. ZAJCEV  
KZDS., A MŰSZ. TUD. KANDIDÁTUSA

## A víz sugármentesítése

Atomtámadás után a különféle forrásokból származó víz kisebb vagy nagyobb mértékben szennyezhető sugárzó anyagokkal. Ez az egyik lehetősége annak, ahogyan a csapatok személyi állományát a sugárzó anyagok (radioizotópok) hatása éri.

A sugárzó izotópok korpuszkuláris és elektromágneses sugarakat bocsátanak ki. Ezért, ha a szervezet a sugárterhelést vízzel érintkezésbe kerül, a radioizotópok az élő sejtek molekuláit ionizálják és a szervezetet lymódon károsítják. A sugárzó anyagok különösen akkor veszélyesek, ha bekerülnek a szervezet belsejébe. Az anyagok egy része bizonyos idő múlva természetes kiválasztódás útján távozik a szervezetből, a másik része azonban a különböző szervezetekben lerakódva folytatja azok károsítását.

A sugárzó izotópok szelektív képességgel fogva az emberi test meghatározott szerveiben rakódnak le. Az I. táblázat a víz sugárterhelése szempontjából számításba vehető néhány izotóp adatait tánteti fel. A táblázatban szereplő adatokon kívül azonban még egyéb körülményeket is figyelembe kell venni. Így pl.: a szervezet kalciumszükségletétől függ, hogy mennyi sugárzó kalciumizotóp szívódik fel, illetve válik ki. A gyomor-bél traktusban felszívódó vas mennyisége függ a vér és a máj vasterhelésétől. Azok után, hogy a sugárzó vasizotóp már bekerült az anyagcserébe, csak jelentéktelen mértékben fog a szervezetből kiválasztódni.

I. táblázat.

A sugárzó izotóp megnevezése	Felvezési idő	Az adott izotóp az emberi test mely szervében halmozódik fel
Plutónium ( $Pu^{239}$ )	$2,4 \times 10^4$ év	Csontok
Szén ( $C^{14}$ )	5730 év	Szénizotópot és csontok
Trícium ( $H^3$ )	12,41 év	Égész test
Kobalt ( $Co^{60}$ )	5,26 év	Máj
Kalcium ( $Ca^{45}$ )	163 nap	Csontok
Kén ( $S^{35}$ )	87,1 nap	Csontok
Stroncium ( $Sr^{90}$ )	54,3 nap	Csontok
Vas ( $Fe^{59}$ )	47,1 nap	Vér
Fosfor ( $P^{32}$ )	14,3 nap	Csontok
Nátrium ( $Na^{24}$ )	14,9 óra	Égész test (testnedv)
Jód ( $I^{131}$ )	12,4 óra	Tajamirigy
Kálium ( $K^{40}$ )	12,4 óra	Vér, izmok
Urány ( $U^{235}$ )	37 perc	Testnedvek
Nitrogén ( $N^{15}$ )	10,3 perc	

Különösen veszélyes, ha a kisebb vagy nagyobb mértékben sugárterhelést vizet huzamosabb ideig fogyasztjuk, mivel a radioaktív anyagok a szervezetben fokozatosan felhalmozódnak (akkumulálódnak) és így káros hatásuk is erősödik. Ezért az ivóvizet sugárterheléstől mentesíteni kell.

A víz sugárterhelését a fókáit általában bomlás/m/perc egységben, vagy pedig mikrocurie/m/perc egységben szokás kifejezni. A fertőzőség foka ezen kívül kifejezhető az 1 liter vízben lévő izotóp koncentrációjával is: mg izotóp/l víz. Az izotóp aktivitásának ismeretében megállapíthatjuk az izotópok az ivó vízben megengedett koncentrációját; az esetben pedig, ha ismerjük a vízben lévő sok összetételét, hozzávetőlegesen meghatározhatjuk az indukált radioaktivitás foka, a vízben esetleg előálló sugárterhelés foka.

A sugárzó izotópok ivóvizben tört maximális koncentrációját — amerikai adatok szerint — mg/l-ben a II. táblázat tartalmazza.

Az atombomba robbanási körzetébe eső vízforrások víze mechanikus módon különbözőképpen fertőzhető. Így sugárzó robbanási termékektől, a bombának a meghasadási folyamaton át nem esett (nem reagált) sugárzó anyagaitól (235-ös uránium, plutónium), a vízforrások partjairól a robbanás által leszállított és sugárterhelést vált földtől, valamint a radio-

II. táblázat.

A sugárzó izotóp megnevezése	Megengedett maximális koncentráció mg/l
Szén ( $C^{14}$ )	$6,5 \times 10^{-4}$
Kobalt ( $Co^{60}$ )	$2 \times 10^{-3}$
Kalcium ( $Ca^{45}$ )	$3 \times 10^{-3}$
Kén ( $S^{35}$ )	$1 \times 10^{-2}$
Stroncium ( $Sr^{90}$ )	$3 \times 10^{-3}$
Vas ( $Fe^{59}$ )	$2 \times 10^{-3}$
Fosfor ( $P^{32}$ )	$7 \times 10^{-3}$
Nátrium ( $Na^{24}$ )	$9 \times 10^{-3}$

Zajcev: A víz sugármentesítése

79

III. táblázat.

A robbanás után eltelt idő óra	A vizünkör sugárterhelése km <sup>2</sup>	A sugárterhelést terület nagysága a kezdetben mért területéhez viszonyítva %	A sugárterhelést terület nagysága a kezdetben mért területéhez viszonyítva %	A sugárterhelést terület nagysága a kezdetben mért területéhez viszonyítva %	A sugárterhelést terület nagysága a kezdetben mért területéhez viszonyítva %	A sugárterhelést terület nagysága a kezdetben mért területéhez viszonyítva %
4	41	110	7	110	75	—
36	47	300	7,7	110	10	1,5
62	124	300	12,7	180	5	15
96	138	300	14,3	200	1	75
190	180	440	15,3	220	0,6	125
190	270	600	18,8	270	0,2	375
208	413	1000	22	330	0,01	7500

aktív csőből. Az ezekből származó sugárterhelést okozó anyagok a vízben kisebb vagy nagyobb részecskékből álló szuszpenziók alakjában maradhatnak, illetve részben feldoldódnak.

A víz sugárterhelésének másik lehetősége a robbanások fellépő ún. indukált radioaktivitásból származik. Ez alatt azt értjük, hogy a vízben szuszpendált vagy oldott anyagokban, főként a sóban az atombomba robbanását kísérő neutronfluxus hatására sugárzó atomok jönnek létre. Ily módon a vízforrások sugárterhelése különböző jellegű lehet. A nyitott vízforrások esetében leggyakrabban a víz mechanikus módokon történő fertőződése és az indukált radioaktivitás fordulhat elő. A fertőződést okozó egyes tényezők egymáshoz viszonyított aránya, valamint a víz sugárterhelésének foka a robbanás körülményeitől, úgyszintén a víz minőségétől függ és többnyire különböző.

A víz legnagyobb mértékben vizuálisan atombomba esetén fertőződik, ilyenkor elveit a víz valamennyi, vagy majdnem valamennyi robbanási termékét, a bomba atomtömegének nem reagált sugárzó anyait, nemkülönben befogja a neutronfluxust. Minél nagyobb a víz sűrűsége, annál erősebb a föld felületén lévő vízforrások körében fertőződik és azonos körülmények között a sugárterhelés foka attól függ, hogy a vízforrás a robbanás helyétől milyen távolságra van. A radioaktív felhőből származó por és eső felületen terjed a vizet, a sugárterhelés foka azonban elenyésző lehet.

A vízforrások sugárterhelését foka idővel csökken; más szóval a víz ún. természetes sugármentesítése megy végbe. A sugárzó anyagok koncentrációjának csökkenése különböző okokkal magyarázható. Így a sugárzó anyagok természetes bomlásával (főleg ilyen anyag bomlási ideje egészen elhanyagolható), a fémekre való beépítéssel, a víz párologtatásával és a mikroorganizmusok által történő elnyeléssel, a sugárterhelést védekező (fertőzőmentes) vízzel való össekeveréssel, azaz felhígítással.

A Bükki koralizátnál végzett atomrobbanási kísérlet alapján kimutatható volt pl. hogy adatomlajm vizet egészen nagymértékű sugárterhelés, az epicentrum irányjában kis körzetben tapasztalható csapán és ez is csak rövid ideig tart. Ezután a sugárterhelés szétterjed a vizükör nagy területre, maximális aktivitása azonban hirtelen csak fűled a II. táblázat.

A táblázat adataiból látható, hogy a maximális fertőződés idővel hirtelen csökken, tekintet nélkül arra,

hogy a tenger víze nagyszámú hasonló felületi ideit elemet tartalmaz. Közenekvíz, hogy a vizitől víznek nagyobb része a maximális szintnél lényegesen kevesebb fertőzött. Az eddigi sugárterhelés az abszolút értékben alacsonyabb lesz, és az ún. természetes sugármentesítés valószínűleg intenzívebb, mint az említett példában. Egyes külföldi szakértők feltételezik, hogy édes vízben vighetett vizuálisan atombomba alkalmas a víz radioaktivitása az első 24 óra alatt az eredeti érték egy ezered, sőt egy huzamosabb időre csökkenhet.

A vízi növények, mikroorganizmusok és a halak nagymennyiségű oldott vagy szuszpendált részecskéket tartalmaznak. E vegyianyagok között sugárzó anyagok is vannak. Az elnyelt anyagmennyiségre jellemző, hogy pl. a plankton olyan mennyiségű foszfor halmazt fel magában, amely meghaladja a víz foszfor-koncentrációjának huzarszázszázát, a halak felhalmozta foszfor koncentrációja több, mint százszázszáz, egyes vízi növények esetében pedig mintegy ötszázszázszáz. Ez a jelenség a víz sugármentesítése szempontjából felhagyandó, így pl.: az olyan víz, amely plutóniummal (sugárzó elem) fertőződik, általánosul fertőzőképes, hogy benne különleges baktériumokat tenyészünk. Ez egyáltalán nem jelenti azt, mintha a vízforrásban lévő sugárzó elemek egész mennyiségét csökkentené a vízi növények, mikroorganizmusok és a halak tevékenysége. Azonban — mint említettük — a radioaktív elemek, csökken az élő szervezetekben koncentrációjuk és ilyen módon a sugárzó anyagok koncentrációja a vízben lecsökken.

Leír atomrobbanás esetén, még akkor is, ha az közelített a vízforrás felületén, még mindig a víz elforraltatásig kisebb mértékben fertőződik, mint a víz alatti robbanás alkalmával.

A fentebb leírtakból következik, hogy a víz fogyasztásáról különleges vizuálisan alapján kell minden egyes esetben megvizsgálni.

A viznek az atomrobbanás során fellépő sugárterheléséről elmondott rövid tudnivalókat alapul szolgáltatnának annak feltételezésére, hogy a víz sugármentesítéséhez alkalmazhatók mind az azok az eljárások, amelyek a gyakorlatban a vízminőség megjavítására rendszerint használnak.

Ilyen eljárások az üleletés, a szűrés, a sómentesítés. Ezek hatékonysága számos feltételtől függ, így pl.: a víz minőségétől, a sugárterhelést okozó anyagok (mechanikus, kolloid, oldott) jellegétől és állapotától, a víz sugárterhelésének fokától, a reagensek fajtajától és minőségétől stb. Lehetőségek ezekből még más eljárások is, amelyek a vizellátás gyakorlatában általában nem fordulnak elő, így pl.



agygát, fémporokat, különleges koaguláló szereket stb. viszunk a vízbe. Ezek megválasztása a vízben lévő sugárzó anyagok fajtajától és állapotától függ.

A mechanikus módon végbement sugárterítés anyagi aránylag durva, továbbá kolloid szuszpenziók alakjában lehetnek a vízben. A durva szuszpenziók a nehézségi erő hatására előbb vagy utóbb az üledék közé kerülnek, a kolloid szuszpenziók ezzel szemben töltések által kölcsönösen taszítva egymást, nem képesek az üledékben kiválni. A kolloid fertőző anyagok leválasztására a vízbe ún. koaguláló szereket viszunk. Ezek olyan kolloid oldatokat hoznak létre, amelyek töltéssel a vízben lévő kolloid anyagok töltéséhez képest ellenkező jelűek. Ennek eredményeként koagulációs folyamat megy végbe, más szóval megszűnik a kolloid állapot és megváltozik a szuszpenziók diszperziófoka.

Az előbb leírtakból nagyobb részecskékből álló szuszpenziók a nehézségi erő hatására perzók helyeken képződnek. Az ülepedés során ezek az üledékbe mechanikusan magyakkal rántják, továbbá felületükön adszorbeálják a jóval nagyobb, nem kolloid szuszpendált részecskéket is.

Koaguláló szerként az alumínium vagy a vas sóit (pl. alumíniumszulfátot, vaskeletet) alkalmazunk. Ha a vízbe alumíniumszulfát kerül, akkor ez a víz diszociált molekuláival a következőképpen reagál:

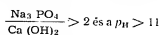


A létrejött pozitív töltésű kolloid vegyület  $[\text{Al}(\text{OH})_3]^{+}$  koagulációs folyamatot idéz elő. Ezáltal képződnek a vízben lévő, negatív töltésű, egyszerűsített radioaktív kolloid anyagok, tehát csökken a vízben foglalt radioaktív anyagok koncentrációja és az egész víz radioaktivitása kisebb lesz. Átvesszük, hogy a sugármentesített víz felhasználható legyen, azt állni hagyjuk, majd óvatossá leöntjük (dekantáljuk) a radioaktív csapadékokról.

A sugárzó anyagok hatékony eltávolítása ilyen módon akkor lehetséges, ha azok negatív töltésű, viszonylag durva vagy kolloid szuszpenziók. Ilyen a természetes kolloid szuszpenziók többsége. Pozitív töltésű radioaktív kolloid anyagok esetén nem alkalmazunk a szokásos koagulációs módszert. A koagulációt ilyenkor úgy hatjuk végre, hogy a koagulálószer adagolásával egyidejűleg a vizet lúgosítjuk, pl.: szódat,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -al alkalmazzuk hozzá. Ily módon a  $\text{pH}$ -ját a koagulációhoz szükséges legkedvezőbb  $\text{pH}$ -ra lehet beállítani. A kedvező lúgosság foka a vízben lévő sugárzó izotópok fajtajától függően más és más. Egyes esetekben, pl.: amikor a víz radioaktív stronciummal fertőzött, a kedvező lúgosság foka 10-es  $\text{pH}$  értéket is elérhet.

A koagulációs folyamatot elősegíthetjük úgy is, ha a vízbe agyagot teszünk, különösen, ha a víz  $\text{pH}$ -ja alacsony. Az agyag negatív töltésű kolloidokat képezve kölcsönhatásba lép a koagulálószer által létrehozott kolloidokkal és növeli a koagulálószer pelyheinek tömegét. Ily módon az agyag elősegíti a szuszpenziók durván diszpergált részecskéinek hatékonyabb mechanikus kicsapódását. Néhány agyagfajta esetében ioncsapódási képessége is van. Egyes adatok szerint 100 mg/l agyag a szuszpenzió radioaktív cérium 80 százalékát, az yttrium 46 százalékát, a foszfor 34 százalékát és a stroncium 30 százalékát képes maximálisan a vízből eltávolítani. Egyes sugárzó izotópok eltávolítását az is elősegíti, ha a vízbe a koagulálószerrel együtt nagy adszorbeáló-képességű aktiv szénat teszünk.

Egyes radioizotópok különleges koagulálószer segítségével távolíthatók el. Így a sugárzó stroncium ( $\text{Sr}^{++}$ ) eltávolításához  $\text{Na}_2\text{PO}_3$ -et alkalmazhatunk 240 mg/l mennyiségben, egyidejűleg a vízhez a következő arányban  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -t adagolva:



Ily módon igen hatékony lehet a stroncium eltávolítása.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a vizet koagulálással és üleptéssel való sugármentesítése hasonló hatékonyságú, mint a közönséges derítés, azonban egyes sugárzó izotópok esetében azok állapotától függően, a hatékonyság nagyon csekély is lehet. A vízben oldott állapotban lévő radioizotópokat koagulálással nem lehet a vízből kiválasztani, ezért, ha a víz sugárterheltsége indukált radioaktivitás eredményeként lépett fel, akkor a koagulálással és üleptéssel végzett sugármentesítés hatástalan marad.

Hasonló körülmények között a koagulálással sugárzó anyagok eltávolítása akkor hatékony, ha a folyamatot jó üleptítés is kíséri. Ehhez a legtöbb esetben viszonylag sok időre van szükség. A gyakorlatban a koagulálószer apró pelyheinek egy része hosszabb időre nem kerül a csapadékba és szuszpendált állapotban marad. Minden jel arra mutat, hogy a koagulálószer pelyheinek nagymennyiségű sugárzó anyag koncentrációja, ezért a vízzel a szuszpenzióba kerülve arra veszélyt jelentenek. A vízben nem oldott állapotban lévő sugárzó anyagoknak a vízből való végleges eltávolítására a csapadékot egyszerű szűrőközegen ki kell szűrni, más szóval a vizet homokszűrőn vagy finomra tört antracittal töltött szűrőn kell keresztülbocsátani. Maguk a szűrők a vízből a sugárzó anyagokat nem választják ki, azonban az ilyen anyagokat tartalmazó koagulálószer pelyheit visszatartva fokozzák a sugármentesítés hatékonyságát.

Különböző eljárásokkal választhatók ki a vízből azok a sugárzó anyagok, amelyeknek eltávolítása egyébként nehezezebbé utköznék.

Nevezetesen, vannak arról adataink, hogy számos radioizotópot nagyon hatásosan lehet oly módon eltávolítani, hogy a sugárterheltséget bizonyos poralakú fémekkel kezeljük. A legkedvezőbb eredményt vasporral, úgyszintén cinkporral érhetjük el.

A legjobban, ha a vízbe 1000 mg/l mennyiségű fémport teszünk, majd a vizet mintegy 90 percig keverjük. A laboratóriumi vizsgálatok azt mutatják, hogy az ilyen módon alkalmazott vas- és cinkpor segítségével az egyes izotópok eltávolítási foka különböző értékeket érhet el. Így pl. a ruténiumnál 99 százalékot, foszforál 98 százalékot, a kobaltnál 99 százalékot, a jódnál 38–45 százalékot, a báriumnál 94–95 százalékot, az MFP–1 jelű anyagnál 65–76 százalékot, az MFP–2 jelűnél pedig 92–99 százalékot.

Az utóbbi két anyag bomlási termékek amerikai keveréke. Az MFP–1-es összetétele: 44% 3 vegyértékű ritka földfém, 37% cérium, 17% stroncium, 5% bárium, 3% ruténium, 1% cérium és 3% egyéb izotóp; az MFP–2-es összetétele pedig: 50% cérium, 10% ruténium, 10% 3 vegyértékű ritka földfém, 10% stroncium, 5% cérium, 5% bárium és 4% egyéb izotóp.

A fémporral történő sugármentesítés mechanizmusa még nincsen tisztázva, azonban feltehetően adszorpcióis jelenségen nyugszik. Az ilyen sugármentesítési eljárás az alábbi lépésekből áll: a viznek fémporral való érde keve-

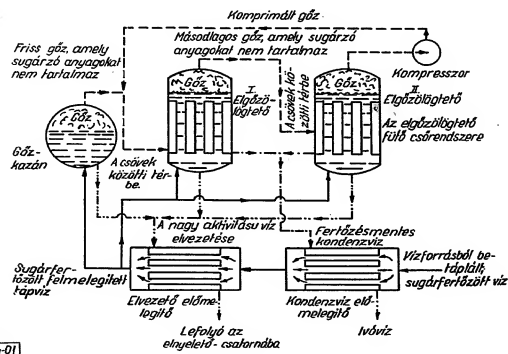
rése, az üleptéssel egybekötött szokásos koagulálás, majd a szűrés.

Az eddig felsorolt eljárások nem biztosítják a vízben feloldott vagy a vízben már eredetileg is jelenlévő oldott sókból az indukált radioaktivitási eredményeképpen képződött sugárzó izotópok eltávolítását. Az oldott állapotú sugárzó izotópoknak a vízből való kivonására azok a módszerek jöhetnek számításba, amelyeket a gyakorlatban általában a víz sótalanítására alkalmaznak, más szóval az úgynevezett termikus és a vegyi sótalanítási eljárások.

Az első eljárás lényege abban foglalható össze, hogy a vizet felforraltuk, elpárologtatjuk, majd lehűtés után a gőzt újból vízre kondenzáljuk. A sugárzó anyagok: mechanikai adalékanyagok, kolloid és oldott anyagok a desztillációs maradékból időnként vagy állandóan eltávolításra kerülnek.

A leparálást tengervíz-lepárló készülékkel végzik.

A tengervíz-lepárló készülék (1. ábra) kazánból, egy vagy több csatlakozó elvezetőtől, tömörkompresszorral és csőves előmelegítőkből áll. A kazánból a friss gőz az első előmelegítővel csatlakozó közötti térbe kerül, ahol melegebb a csővezetékben lévő és szuszpendált, vala-



155-24-01

1. ábra.

mint oldott sugárzó anyagokat tartalmazó viznek adja át, majd sugárzó anyagoktól mentes csapadékká kondenzálódik.

Az elgőzölögletű csöveiben lévő sugárterőztött víz nagyobb része a friss gőztől a melegebb átvéve elpárolog, így módon ún. másodlagos gőz képződik, amely már minden sugárterőztetéstől mentes: a radioaktív szennyező anyagok ul. az el nem párolgott vízben maradnak vissza.

Az első elgőzölögletű másodlagos gőze a második elgőzölögletű csövei közötti térbe kerül, ahol ugyanaz a folyamat megy végbe, mint az elsőben. A második elgőzölögletűben képződött másodlagos gőz a kompresszorba jut, ahol a friss gőznek megfelelő nyomás alá kerül és az azal összekeveredik.

A lecsapódó vizet mindkét elgőzölögletűből a kondenzvíz előmelegítőbe vezetik, ahol a kazint és az elgőzölögletűket tápláló víz lehűti, miközben a lehűlt kondenzvíz az előmelegítő vizét felmelegíti. A lehűtött kondenzvíz már nem tartalmaz sót.

Az el nem párolgott, nagy sugárzó anyag koncentrációjú víz a kazánból és az elgőzölögletűből az elvezető előmelegítőbe kerül, ahol a tápvíz előmelegíti, majd az elvelelt csatornába jut. Ezt az eljárást alkalmazták sikerrel keserűs vizet sótalanítására is. A sugármentesítés hatékonysága akkor mondható nagyfokúknak és gyakorlatilag teljesnek, ha a sugárzó anyagok között nincsenek illó természetűek, pl. jód vagy ruténium, amelyek hevítés közben a gőzzel együtt elillannak és a gőzből képződött víz sugárterőztetést idézik elő. Ennek az eljárásnak lényeges hibája, hogy a mentesítés így nagyon költséges.

A víz sugármentesítésének másik módja, vagyis a vegyi sótalanítás az ioncserélőben lévő

oldott sugárzó anyagok oly módon való eltávolítása, hogy a vizet különleges ioncserélő anyagokon (gyanú: egy műanyag) szűrjük keresztül.

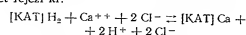
Az ioncserélő anyagok ún. mozgó ionokat tartalmaznak. Ha a vizet vízzel érintkezésbe kerül, ezek az ionok helyet cserélnek a vízben oldott anyagok ionjaival, tehát a sugárzó anyagok ionjaival is. Így módon ioncserélő reakció megy végbe, amelyben az ioncserélő anyag molekuláinak többsége nem vesz részt. Az ioncserélő anyagok azon tulajdonságát, hogy a saját mozgó ionjait a vízben oldott anyagok ionjaival fel tudják cserélni, az anyag cserélőképességének nevezzük. A mozgó ionok: a vízben lévő mozgó ionok helyet cserélhetnek a vízben lévő ásványi kationokkal, vagy pedig az ásványi anionokkal. Ezerint megkülönböztetünk kationcserélő, valamint anioncserélő anyagokat. Az ioncserélő anyagokat általánosan alkalmazzák a korszerű víztisztító és sóatlantó létesítményekben, vagyis azokban a berendezésekben, amelyek a kationok és az anionok a vízből való eltávolítására szolgálnak. A sugárzó ionok eltávolítása a vízből ugyanígy történik, mint a nem sugárzó ionoké.

A korszerű ioncserélők közül a víz sugármentesítésénél leginkább az ún. H-kationcserélők, nemkülönben az OH-anioncserélők alkalmazhatók; az előbbieknél H<sup>+</sup> az utóbbiaknál OH<sup>-</sup> a mozgó ion. Ezek az ioncserélők finomszemcsés, porlaktó anyagok. A kationcserélőket ez esetben a [KAT]H szimbólummal, az anioncserélőket pedig az [AN]OH szimbólummal jelöljük. Kationcserélőként többek között kőtaralmú szén, eszpatit—1, anioncserélőként pedig MG—36, EDE—10 jelzésű anyagok alkalmazhatók.

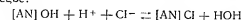
A víz ioncserélőkkel történő sugármentesítésének menete a következő:

A vizet először kationcserélő rétegen szűrjük át, melyen a sugárzó ionok, így pl. Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>, Na<sup>+</sup>, Fe<sup>++</sup> stb. az ioncserélő anyag H-ionjával kicserélődnek. A radioaktív kalciumklorid el-

lávoltásának reakcióját pl. a következő egyenlet fejezi ki:

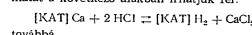


A vízben azonban még anionok maradnak vissza, így az SO<sub>4</sub><sup>==</sup>, adott esetben pedig a Cl<sup>-</sup>, amelyek lehetséges, hogy szintén sugárzóak. Ezek eltávolítására a kationcserélőn keresztül történő szűrés után a vizet anioncserélő rétegen szűrjük át. Ismét a kalciumklorid eltávolításának esetét véve, az alábbi reakció megy végbe:

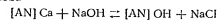


Ennek eredményeként a radioaktív Cl<sup>-</sup> ion az anioncserélőhöz kapcsolódik, a klorionnal helyet cserélő OH<sup>-</sup> anion pedig a H<sup>+</sup> kationnal HOH vízmolekulát hoz létre, amely már nem sugárzó. Az ioncserélőkön keresztül történő szűrés után a víz az ásványi anyagoktól teljesen mentesített lesz, más szóval olyan lesz, mint a desztillált víz (2. ábra). A szűrés folyamat során az ioncserélők fokozatosan kimerülnek, cserélőképességük csökken és az ioncseré megáll. A sugárzó ionoknak ioncserélőkkel történő kapcsolódása során az utóbbiak radioaktív tulajdonságokra tesznek szert. Ezért a sugárterőztött ioncserélő anyagokat olyan helyre kell elvinni, ahol nincsenek az emberekre káros hatással, vagy pedig regenerálni kell őket. A kationcserélő anyagok regenerálása, más szóval H<sup>+</sup> ionra való visszacserélése savoldattal történik, az anioncserélők regenerálása, vagyis OH<sup>-</sup> ionra való visszacserélése pedig lúgos oldattal.

Az előbbi példa esetében a regenerálás folyamatát a következők alakban írhatjuk fel:



továbbá



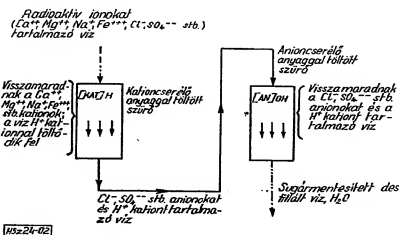
A CaCl<sub>2</sub>-t és a NaCl-t el kell vezetni.

A gyakorlatban a regenerálás folyamata azonban nem mindig teljes, más szóval az ioncserélő anyagokból valamennyi sugárzó ion nem távozik el. Ezért regenerálás után az ioncserélő anyagokat radioaktivitás szempontjából ellenőrizni kell.

Könnyű belátni, hogy mivel a sugárzó ionoknak a vízből történő eltávolításával egyidejűleg az összes többi ionok is eltávoznak, következőképpen minél nagyobb a vízben oldott különféle sók mennyisége, annál kevesebb vizet lehet sugármentesíteni egy súlyegységnyi ioncserélő anyaggal. Meg kell jegyeznünk azt is, hogy az ioncserélő anyagok idősezerint még viszonylag drágák.

Az elmondottakból következik, hogy tekintet nélkül a sugárterőztettség fokára, valamint arra, hogy a víz atomrobbanás vagy sugárzó harcanyagok alkalmazása következtében vált-e sugárterőztötthez, vannak olyan eszközök és eljárások, amelyek lehetővé teszik a víz eredményes sugármentesítését, majd annak különleges elrendezését, továbbá az orvosi szervek véleményezése után különféle célokra való felhasználását.

(A Vojenna-Inzengernij Zsurnel 1955. októberi számából.)



2. ábra.

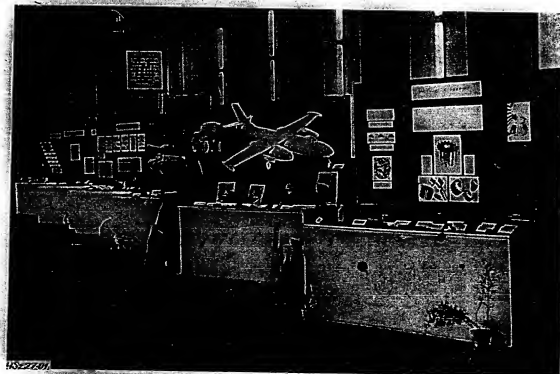
## NÉPHADSEREGÜNK technikai életéből

### Műanyagkiállítás

A Haditechnikai Csoporthírnökök a Budapesti Műszaki Egyetem Haditechnikai Karával, valamint a Szervezési és Műanyagipari Kutató Intézetével együttműködve 1956. április 23. és május 14. között műanyagkiállítást rendezett. A kiállítás háttérben ritkán látható gazdasági anyagot és 21 nagy táblát foglalt magában.

Nagyszemű látogató tekintette meg a kiállítást, amelynek az volt a célja, hogy néphadseregünk személyi állományát megismeresse a műanyagok alkalmazási lehetőségeivel. A kiállítás kiemelkedően látványos volt, mivel hazai műanyagiparunk korszerű színvonalra való felzárkózása nemcsak megvalósult. Második ötéves tervünk irányelvei ugyanis egyik fő feladatuként tűzték ki a műanyagipar előrelépését, a műanyagok alkalmazását az ország gazdasági életében, elsősorban a hadiiparban.

A kiállítás kiemelkedően látványos volt, mivel hazai műanyagiparunk korszerű színvonalra való felzárkózása nemcsak megvalósult. Második ötéves tervünk irányelvei ugyanis egyik fő feladatuként tűzték ki a műanyagipar előrelépését, a műanyagok alkalmazását az ország gazdasági életében, elsősorban a hadiiparban.



1957. évi.

30 tulajdonságuk voltának. Számos példán mutatta be, hogy a műanyagok gyorsan és pontosan megismerhetők, pontos méretarányú kiválasztással alkalmasak sorozatgyártásra. Mint tudjuk, a műanyagoknak ez a tulajdonsága nagymértékben járult hozzá, hogy a korszerű technikában olyan nagy mértékben és gyorsan térjenek el a hagyományoktól.

Az első táblák megismerették a fémek és a műanyagok közötti különbségeket, a műanyagok előállítását, valamint a termékek kereskedelmi előállítását. A táblák alatti asztalokon helyezték el a kiállítás kiemelkedően látványos volt, mivel hazai műanyagiparunk korszerű színvonalra való felzárkózása nemcsak megvalósult. Második ötéves tervünk irányelvei ugyanis egyik fő feladatuként tűzték ki a műanyagipar előrelépését, a műanyagok alkalmazását az ország gazdasági életében, elsősorban a hadiiparban.

### Néphadseregünk technikai életéből

85

terhelés csapadék területén kint, a közeli bázisok területén. Nagy eredmény, hogy a kiállítás felkeltette technikusaink érdeklődését, és új megoldási lehetőségekre hívta fel figyelmüket.

A nyitott szemmel járó konstruktorokból emellett észrevette azt is, hogy a műanyagok bevezetése új, azonos tulajdonságú, könnyű és olcsó, a műanyagok tulajdonságainak, technológiai módosításainak, konstruktorok elveinek elajánlására szándékozik. A kiállítás tehát közvetve hozzájárult ahhoz is, hogy mire hazai műanyagiparunk felkészültségét biztosítani fogja, legyenek a haditechnika területén is alkalmazhatóak.

A kiállítás végül több irányban beárult a műanyagokkal foglalkozó irrodium legjelentősebb műveit, ezáltal az érdeklődőknek kiindulási

alapot adott a fontos és érdekes terület megismeréséhez. Nagy eredmény, hogy a kiállítás felkeltette technikusaink érdeklődését, és új megoldási lehetőségekre hívta fel figyelmüket.

A nyitott szemmel járó konstruktorokból emellett észrevette azt is, hogy a műanyagok bevezetése új, azonos tulajdonságú, könnyű és olcsó, a műanyagok tulajdonságainak, technológiai módosításainak, konstruktorok elveinek elajánlására szándékozik. A kiállítás tehát közvetve hozzájárult ahhoz is, hogy mire hazai műanyagiparunk felkészültségét biztosítani fogja, legyenek a haditechnika területén is alkalmazhatóak.

A kiállítás végül több irányban beárult a műanyagokkal foglalkozó irrodium legjelentősebb műveit, ezáltal az érdeklődőknek kiindulási

Jász Árpád mk. szds.

### ÚJÍTÁS - Szerkesztés

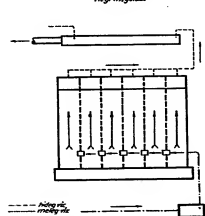
#### Skoda motorok hűtési rendszerének átalakítása

A Víz járműmotorok alkalmazása Skoda-Diesel motorok rosz tulajdonsága volt az a konstrukciók eredeti lübe, hogy az első és a hűtési rendszer közötti hővezetési csatlakozás több motor hengerállványa és hengerblokkjai közötti különbség igen nagy, ami a hűtési rendszer működését is befolyásolja.

ma, március 2-án pedig a hengerállványban és a hengerblokkban káros feszültséget idézett elő. E káros feszültségek következményeként több motor hengerállványa és hengerblokkjai közötti különbség igen nagy, ami a hűtési rendszer működését is befolyásolja.

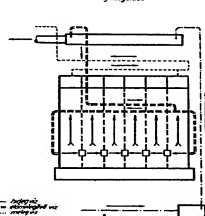
Ez a körülmény Szivák József elv-

Régi megoldás



1. ábra.

Új megoldás



2. ábra.

lönbség. A hengerállványban a víz a közép felé áramlik, vagyis előtérben a régi megindástól, a hengerállványban bekerült víznek csak fele utat kell megtennie. Ígyppen a hűtővíz hőfelvétel képessége, valamint mennyiségi előnye az egyrészt hűtendő területekre is jobb a régivel.

Az újítás egy másik előnye, hogy a hűtővíz iszapmentesítés nem rákötődik le a hengerállvány belsejében és nem tömli el a vízjárásokat. Ez annak köszönhető, hogy a megörvöldült út miatt a víz áramlását sebesség csupán a keresztmetszeti különbségek miatt csökken és ez a se-

bességsökkenés nem olyan jelentős, hogy az iszapprészselők lerakódását okozhatná. Az újítás bevezetése következtében az iszaplerakódás egy évvel üzemeltetés után az 5%-át sem érte el a régebbinek.

Az újítás bevált; ezt az is bizonyítja, hogy az átalakított hűtőmotoroknál egy évvel üzemeltetés során a hűtőrendszerben üzemhiába nem fordult elő, ami az elmúlt évek átfutásánál pedig az 1955. év folyamán ismétlen fordultak elő repedések.

Újítás díjont díjont Szívák elvtárs 722.50 Ft-ot kapott.

miért a nitroglicerint tárgyaló por-  
tálban emlékeznék meg néhány sor-  
ban, így ez az adat a tanulmányok  
vezető főiskolai hallgatók számára  
csaknem biztosan eliskád, külön-  
tekintettel arra, hogy tárgymutat-  
sainak a könyv végén.

Hányolunk kell azt is, hogy a  
torkolatilag csökkentettől szőve a  
könyv nem ismerteti az általánosra  
ellenjárt, korszerű lánghéltű típusú  
a nitrogénadins lőport. A pirolis-  
nes lőporok) kapcsolatban röviden  
ismerteti a szerzők a kámför-  
ral történő flegmatizálás technoló-

Az első rész minden méteres mérőátalakító Ezek alakítják át mennyiségeket külső gitséggel villamos A könyv részletesen különböző ellenállás elektrolitikus stb. átalakítók a hőmérséklet kompenzálásával, a mágnetoelektromos kal, valamint ez utóbbi számításával, A körülmények, az indukció, a kapacitás és az áramúgyazintén a fényele

mekelőtt a paraké-  
tárgyalja.  
mechanikus  
áramforrás  
mennyeségek-  
ismerteti itt a  
mos, érinkezős,  
alakítottak. Fog-  
típus pontatlanság  
polarográfus és  
mérőátalakítás  
bbiak mágnes-  
a továbbiakban  
ctív rendszerű,  
kromos mérő-

hogy 1950 óta a  
melése 50%-kal  
kedéshez a hadi-  
értékben hozzá-  
g, konstrukcióval  
ereink ezért nagy  
alnak a műnaya-  
zonnal foglathat-  
sz szerkesztésben  
anyag Zsebköny-  
mutatást nyújt  
donságairól.  
sebköny felépíté-

utóbbi éppen nap-  
el hazánkban.  
vizsgálati módsze-  
fejezet, különösen  
tató és részletes  
hatkozó része szín-  
jelentőségű fejlődő  
szempontjából.  
meinünk a műanya-  
mi elnevezéseinek  
álalását. Ez nem-  
het teljes, hiszen  
újabb elnevezésű  
nak ismertté a szak-

## KÖNYV- és folyóiratszemle

Будяков, Левкович и др.:  
Взрывчатые вещества  
и пороха  
(Обзорник), Москва, 1955, 363 old.)

[illegible][illegible]

Turiscin könyvének kezdő fejezete a legelőször megjelent angol fordítását a szerzővel foglalkozik. A mű a szerző kezében volt, a megfelelő időpontot választotta, és a fordítás a fordítók által készített fordítások mint az integrált és körökör. A továbbiakban a fordítások mint az integrált és körökör. A továbbiakban a fordítások mint az integrált és körökör.

[illegible]

**A. Schweitzer:**  
güzme-  
[Protar, 22. k.

A szócikk miről is szól?  
Ismeretti a közönséget a  
tököt. Megállapítja, hogy  
tököt elsősorban a  
d) vögyháre an  
kül megvédeni, an  
érin  
Az I. világhá  
abesszin háború  
müstárgádon kívü  
venni a világhá  
(fluoridok) há  
töcséti is. Ez ut  
mál kis mennyis  
nagrob mennyis  
A  
Igen nagy me  
ilyenformán a sz

Csapatok személyi  
intéztése  
[1946–50, (1956.)]  
előzetlenül röviden  
harcantól vegi harcra  
ja, hogy a csapa-  
maradandó (tapa-  
vegokkal szembe-  
nyitása) bejegyzés és  
gyarantó hatnak.  
baban és az olasz  
kialakult alkalmazzott  
l. figyelembe kell  
típusú idegművek  
severeztetés lehet-  
bani harcanyagok  
és gőrsősi.  
egben pedig halált  
őrítében megnőtt  
emélték egyénileg

[illegible][illegible]

Az Irodalombar bõven találhatók munkák, melyek villamos mennyiségmérésével foglalkoznak. Tuzsony László irodalmában csak az elektromosság tárgya szerepel, és azonnal nem villamos mennyiségek villamos útján történő méréseivel foglalkozik.

A könyv kiadása a magyarnyelvű fizikai irodalomban nagy hírnysítást jelent. Ismeretes, hogy a villamos mennyiségmérés szabályosáig mindaddig nem lehetett meggyőzően bizonyítani, hogy az áramkörökben mérhető értékek nem különböznek a legkülönbözőbb körülmények előforduló villamos, valamint a tartományok grakban való előfordulását nem villamos mennyiségek méréseit.

A szerző az anyagot két részre osztja. Az első részben a nem villamos mennyiségmérés módszereit tárgyalja, a második részben pedig a keletkező mérési hibákra foglalkozik.

dos. Mindamelletti ké-  
néhány folytatéssá-  
rodalmunkat általán-  
Ezek a hibák: az or-  
nagy a terminológia n-  
den vonalon szabvány-  
ide tartozik, hogy a  
menyiségek nem  
szokott módon jelöl-  
számot u-gal jelöli a-  
lyt). Mindezek azón-  
térkt és használat-  
ják. A munka jobb  
melt volna: több he-  
oldal szövege, ábrái a-  
Horváth Ká-

Műanyag Zseb-  
(Műszaki Könyvtár-  
1956. 646 o.

A műanyagok világ-  
nagyobb mértékben h-  
és természetük külön-

tüköztek még a  
 művek techniká-  
 josán kísérő-  
 munkák, meg-  
 még nincs min-  
 losítva. Ungvá-  
 nyan egyes  
 művek, például  
 (pl.) a men-  
 szásokas a he-  
 ban a mű ér-  
 telmesen meg-  
 a pród érde-  
 telen a másik  
 tüknek.  
 mindk. műv.  
 műv.  
 könyv  
 Budapest,  
 (id.)  
 szerzte egy-  
 díttanak töl-  
 as az utolsó

[illegible][illegible]

dásnek. Jellemző, hogy 1930 évi országos  
világ műanyagtermelés 50%-a  
nőtt meg. A növekedéshez a nagy  
technika is nagymértékben hozzá  
jár.

Hadtéchnikusaink konstruációi  
foglalkoztak szakembereink ezért nagy  
szempontban fordulnak a műanyag  
alkalmazásaihoz. A hadiipari forga  
zóknál a Kovács Lajos szerkesztő  
megjegyezte: Műanyag Zsebünk  
a műanyagok területén a legújabb  
világos. A Műanyag Zsebünk feleltet  
tően világos. A könyv hangzólóan  
tan eloszlóan nem a műanyag  
alkalmazásaihoz. A hadiipari forga  
zóknál a Kovács Lajos szerkesztő  
a felhasználók és a feldolgozó  
márá kezdődött és ezért az elején  
a feldolgozástól kezdve a műanyag  
alkalmazásaihoz. A hadiipari forga  
zóknál a Kovács Lajos szerkesztő  
alkalozik a műanyagok gyártásához  
és feldolgozásához használatos segé  
deszkák, ábrák, táblák. A mű ta  
lalkozóknak ajánljuk a műanyag  
három fejezetét külön, amelyben a fo

formázást. Ez utóbbi éppen a jelenben terjed el hazánkban. A műanyagok vizsgálati módszereivel foglalkozó fejezet, külön annak a leköszorított és részben a műanyagok vonatkozásában igen nagy jelentőségű fejezmányok-parancs szempontjából. Végül ki kell emelnünk a műanyagok kereskedelmi forgalmára részletes összefoglalást. Ez természetesen nem lehet teljes, hisz egyre újabb és újabb elnevezések jelennek meg a műanyagok irodalomban, de mindenesetre jelentősen tudja segíteni a hazai és külföldi kereskedelmi forgalmat a különösen elnevezések gyűjtőmunkájának.

Mindent egybevetve megállapítható, hogy a Műanyag Zsebkönyv szaktörténeti segédlet tud adni a hazai és külföldi műanyagipar minél szélesebbkörű felhasználásáért.

Thurzó György okl.

nap-  
dsze-  
ösen  
lebes  
szin-  
jéde  
nya-  
nök  
mve-  
szen  
zél  
zak-  
je-  
zak-  
zél  
apít-  
nyv  
sudi-  
agok  
lása  
vm.

[illegible]

A. Schweitzer: Csapatok szemérmé-  
gázmentesítése  
[Protar, 22, 46–50, (1986)]

A szerző mindenképpen tisztában van  
azért, hogy a korrupció egy olyan  
tárgyat elborít, amely a közérdeket  
dől végigharag a nyakaknak szemérmé-  
gázmentesítése, amelyek befejezésé-  
gázmentesítése, amelyek befejezésé-  
Az 1. világháborúban és az az  
abban a háborúban alkalmas  
gázmentesítése, amelyek befejezésé-  
venni a „Trilon”-típusú gázmentesítés  
(fluoroszulfát) bevezetésének k  
tósége is. Ez utóbbi harcanyag  
drágább, mint a Trilon, és a gázmen  
nagyobb mennyiségben pedig ha  
okozhatnak. A mérleken meg  
ilyenfajta a szemérmé gázmen  
végreható gázmentesítésének  
lősege, mert kritikus harcanyag  
lehető, nem lehet számítani a csat  
közvetlen leállítására, ruhaeset

iden  
ny-a-  
apa-  
apa-  
ben  
s 6s  
nak,  
asz-  
zött  
kell  
zek  
che-  
szok  
ké-c-  
lát

mött  
illeg  
je-  
zze-  
apa-  
ere,

Birtokosok, és máskor a Kár, hogy  
 kérvény nem foglalkozik a növekedés  
 miányagipari kétség gyártmányok  
 felhasználásának területével. Ez máskor  
 csak azért is előnyös lett volna, mi-  
 gyan a Magyarországon a felhasználás  
 lehetőségei nagy része még ismerse-  
 len és így a részletesebb tárgyalás-  
 szerkesztés hatott volna a miányag-  
 gok számára a felhasználás területén.  
 A feldolgozó-technikai fejlesztés  
 hasznos útmutatást ad a szerszám-  
 készítés szakemberek számára a  
 Ebben a tekintetben a Magyarorszá-  
 g több helyen találhatósá önkéntesít-  
 amely a feldolgozottsá munkatársak  
 a területiellen kiadványokból a  
 csatlós ismereteket a vállalkozás-  
 foglalja össze. Csak idővelől lehe-  
 ti a kezdeményezést, hogy itt olyas-  
 mi legyen, ami a vállalkozás  
 Magyarországon meg, meg  
 így pl. a fölőfűzés és a vállalkozás

fürdőszobát stb. A szerszám mint fog-  
lóságok említi meg, hogy a szerszám  
használatát a szerszámok egyének-  
végzetű gázmentesítéséről csak  
szappanos-vizes lemosást alkal-  
maznak, a szerszámok kollektív  
tesztelését nehezebbé teszi, hogy  
mentesítő és fürdőelő átkörözés  
csak a frontmögötti területeken  
helyezhető.

A cikk a továbbhaladás először  
amerikai adatok alapján lefektet  
meghatározott szerszámok  
egyén gázmentesítő és védőle-  
vel, Ezek szerint az Egyesült  
Államok, hazánkban rendezés  
felhasználás alábbiakból áll:

a) szálalár;

b) levegőt átértesítő impregná-  
ciós ruhák, amelyek a gőzök és részec-  
sék ellen védnek;

c) védőruhák, melyek a bőrre ke-  
ve megvéd a gázoktól és részec-  
sék ellen.

ya-  
 ajei  
 ileg  
 c a  
 na-  
 ren-  
 y a  
 kat  
 le-  
 ban  
 i a  
 dit  
 r-  
 la-  
 telt  
 dit  
 ben  
 en-  
 ben

*Horváth Kálmán mk. alez.*

Műanyag Zsebkönyv  
(Műszaki Könyvkiadó, Budapest,  
1952. 646. oldal)

A műanyagok világszerte egyre nagyobb mértékben hűtőtanak tért stermelésük különösen az utolsó utizod során indult igen nagy felé.

valued social movement began largely rejoin-

hasznos útmutatást ad a szerszám készítő szakemberek számára is. Ebben a részben igen célravezető több helyen található összehalás, amely a feldolgozott munkadara helyes és helytelen kiképzéssel kapcsolatos ismereteket többszörösítő foglalkozás össze. Csak időszaki lehet az a kezdeményezés, hogy itt olyan módszereket is tárgyal, amelyek Magyarországon még nem ismernek így pl. a főlátást és a vákuum

a) gázalarc;  
b) levegőt áteresztő impregnált ruhák, amelyek a gőzök és részecskék ellen védnek;  
c) védőkenőcs, amely a bőrre kenve megvédi a gőzhatalmas és részecskés károsítástól.

a  
 salt  
 er-  
 la-  
 tett  
  
 salt  
 een  
  
 en-  
 ben

## ЛИТЕРАТУРА

A második fejezet a klasszikus, merev szárnyű repülőgépek csoportját tárgyalja. Itt táblázatok formájában

A hetedik fejezet a hajtóművek fejlődését ismerteti. Összehasonlító diagrammok segítségével ad képet a dugattyús motorok és a sugárhajtóművek területén elért legújabb eredményekről. Ugyanitt foglalkozik a hajtóművek kipróbálására szolgáló berendezésekkel is. A nyolcadik fe-

Az összefoglalás első sorban nem szakemberek-részére készült, hanem a szélesebb műszaki nyilvánosság tájékoztatására. A szakemberek számára is értékesek azonban a közleményt kiegészítő bő irodalmi utalások.

гол-пан, и Е. БАТА, Министр обороны ВНР. — По случаю основания журнала "Халхадзикал Сембе".

К. Ливини читатель. —

Исх.-жур. А. Д. КАРАМАН, старший преподаватель Будapestского Политехнического Института — Вычисление времени удара о поверхность.

Исх.-жур. И. И. КАЙМАР, старший преподаватель Будapestского Политехнического Института — Пузырьковые реактивные двигатели.

Исх.-жур. З. С. КОБАЧ — Теоретическое исследование движения на поверхности.

Исх.-жур. А. Б. БОКОР — Развитие военных авиальных моторов и их эксплуатационные различия.

Исх.-жур. М. Г. ЗАЛАН — Детекторы и их применение в промышленности.

Исх.-жур. М. И. МЕМЕТ — Связь с помощью горизонтальных антенн.

Исх.-жур. П. П. ДАВНО — Развитие малых центральных тепловых станций.

Исх.-жур. У. ХЕНРИ — Техническое оборудование воздушных транспортных средств.

Исх.-жур. О. АНТЛА — Инфракрасное излучение и его боевое применение.

Д. ПАЛАДИ, инженер-химик — Непосредственное превращение реактивного излучения в электрический ток с помощью полупроводников.

К. КЯНЧЕ, инженер — Телевизионная передающая трубка с фото-  
сопротивлением, изготовленная в Венгрии — — — — — 7

Майор Р. ДЕНДЕ — Развитие техники в шестом пятилетнем плане СССР — — — — — 75

полк. Л. ЗАЙЦЕВ, канд. тех. наук — О технологии дезактивации  
ВОДЫ — — — — — , 78

ИНЖ.-КАП. А. ИАС — Выставка пластмассовых изделий — — — 84

## БИБЛИОГРАФИЯ

## *Új műszaki könyvek*

- BARABÁS—GRÖH:** A lényképezés kézikönyve (2. átdolgozott kiadás)  
Kb. 420 oldal. Ára kötve kb. 56.— Ft
- BEICZAY—GALÁNTAI—WINDHOLZ:** A vegyi irodalom útmutatója  
Kb. 180 oldal. Ára fűzve kb. 21.— Ft
- FLÓRIÁN:** Hullámtérjedés  
Kb. 100 oldal. Ára fűzve kb. 11.— Ft
- HECKENAST:** Hangszalagtechnika  
Kb. 80 oldal. Ára fűzve kb. 6.50 Ft
- JORDÁN:** Fejezetek a klasszikus valószínűség-számításból  
Kb. 650 oldal. Ára kötve kb. 120.— Ft
- KAZARNOVSZKIJ:** Rádiótechnikai anyagok és alkatrészek vizsgálata  
Kb. 450 oldal. Ára kötve kb. 47.— Ft
- KISS:** Mikrofonok  
Kb. 80 oldal. Ára fűzve kb. 6.50 Ft
- MAGYARI:** Az elektronika alapjai (2. kiadás)  
Kb. 160 oldal. Ára kötve kb. 27.50 Ft
- MAGYARI:** Híradástechnikai mérések vizsgálata  
Kb. 200 oldal. Ára kötve kb. 53.— Ft
- PALOTÁS:** Mérnöki kézikönyv I. (2. kiadás)  
1126 oldal. Ára kötve 180.— Ft
- OMK:** Híradástechnikai könyvek bibliográfiája és ismertetése  
Kb. 300 oldal. Ára fűzve kb. 35.— Ft
- SZACHNOVSZKIJ:** Vasbetonszerkezetek  
Kb. 800 oldal. Ára kötve kb. 135.— Ft
- SZOTSZKOV:** Automatika és telemechanika készülékeinek alkotó elemei  
Kb. 480 oldal. Ára kötve kb. 90.— Ft
- ZEMANEK:** Információelmélet I.  
Kb. 120 oldal. Ára kötve kb. 14.— Ft

A fenti könyvek 1956. III. negyedévében jelennek meg.

Beszerezhetők az

ÁLLAMI KÖNYVTERJESZTŐ VÁLLALAT ZRINYI KÖNYVESBOLTJÁBAN  
Budapest, VI., Széltér út 2.

Honrészégi könyvtárak a bevezetett „Megrendelő jegyzék” felhasználásával  
a könyveket a Katonai Kiadó úján szerezhetik be.